



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Evaluación del efecto funcional antimicrobiano de extracto liofilizado de clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) como ingrediente de una película comestible en carne molida para hamburguesas

Paucar Paucar, Jefferson Paúl

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Larrea Cedeño, Gabriel Alejandro Ms.c

15 de agosto de 2022



INTRODUCCIÓN

Antecedentes:

En la actualidad, la **contaminación microbiana** de múltiples productos perecederos es la principal causa del deterioro de los alimentos y de las enfermedades transmitidas por los mismos.

Es así que, en los últimos años, el uso de películas comestibles se ha consolidado como una **estrategia novedosa para el control del crecimiento microbiano**, y ha su vez a permitido aumentar la calidad de los alimentos mínimamente procesados.

Puesto que teóricamente podría ayudar a disminuir la tasa de respiración, evitar la proliferación de microorganismos y retrasar la pérdida de peso.



INTRODUCCIÓN

Justificación:



La carne es un alimento muy importante en la alimentación humana por su **gran riqueza nutritiva**, la cual se debe a su contenido en proteínas de alto valor biológico; sin embargo, es uno de los **alimentos más perecederos**.

Los efectos antimicrobianos de diferentes hierbas y especias han sido conocidos y utilizados hace mucho tiempo para **aumentar la vida útil de los alimentos**.

El propósito es comprobar si la película posee propiedades antimicrobianas que puedan favorecer el tiempo de conservación del producto, además de verificar si posee efectos significativos sobre sus **características físico-químicas, microbiológicas y organolépticas**.



OBJETIVOS

General

- ❖ Evaluar efecto funcional antimicrobiano de extracto liofilizado de clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) como ingrediente de una película comestible en carne molida para hamburguesas.

Específicos

- ❖ Describir el método de extracción y liofilización más adecuado para aislar el extracto o principio activo del clavo de olor (*Syzygium aromaticum*).
- ❖ Cuantificar los parámetros físicos, químicos, antimicrobianos y la vida útil de la carne molida bajo refrigeración, tras la aplicación de tres tipos de películas comestibles donde se incluya el clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) liofilizado en distintas concentraciones como ingrediente.
- ❖ Analizar los parámetros sensoriales de la carne molida tras la aplicación de la película comestible mediante catas.



HIPÓTESIS

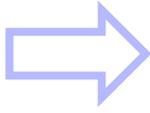
H0: El uso de extracto liofilizado de clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) como ingrediente de una película comestible no influye en las propiedades físico-químicas, microbiológicas, organolépticas y sobre la vida útil de la carne molida para hamburguesas.

H1: El uso de extracto liofilizado de clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) como ingrediente de una película comestible influye en las propiedades físico-químicas, microbiológicas, organolépticas y sobre la vida útil de la carne molida para hamburguesas.



MARCO TEÓRICO

El Clavo de Olor



El clavo de olor (*Syzygium aromaticum* o *Eugenia caryophyllata*) es una especie perteneciente a la familia *Myrtaceae*, la cual se identifica por habitar en ambientes principalmente tropicales. El aceite de clavo de olor posee un alto contenido de **eugenol** y es aquel que le atribuye las propiedades antimicrobianas. Debido a que el eugenol es una sustancia que se caracteriza por **destruir la membrana celular** de los diferentes microorganismos provocando así la muerte.

Vista general de la planta de clavo de olor (*Syzygium aromaticum*).



Nota. Representación de las yemas florales de la planta de clavo de olor, tomado de (Köhler, 2007).

Principales componentes químicos de aceites esenciales con propiedades antimicrobianas.

Componentes principales de los aceites esenciales con propiedades antimicrobianas

Nombre común	Nombre científico	Componentes químicos	% aproximado
Orégano	<i>Origanum vulgare</i>	Carvacrol	80 %
		Timol	64 %
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i>	a-pineno	2 – 25 %
		1,8-cineol	3 – 89 %
Clavo de olor	<i>Syzygium aromaticum</i>	Eugenol	75 – 85 %
		Acetato de eugenilo	8 – 15 %

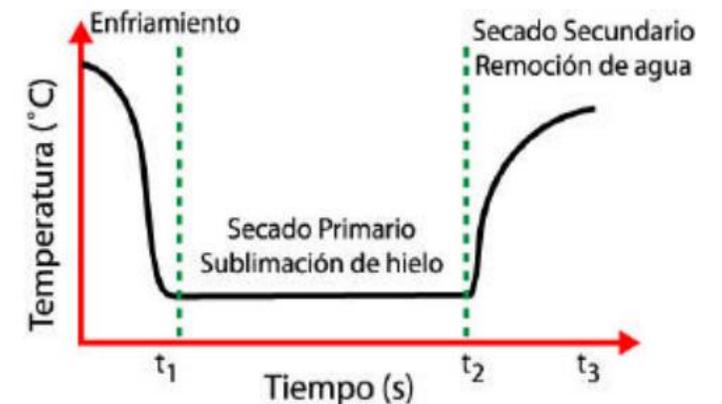
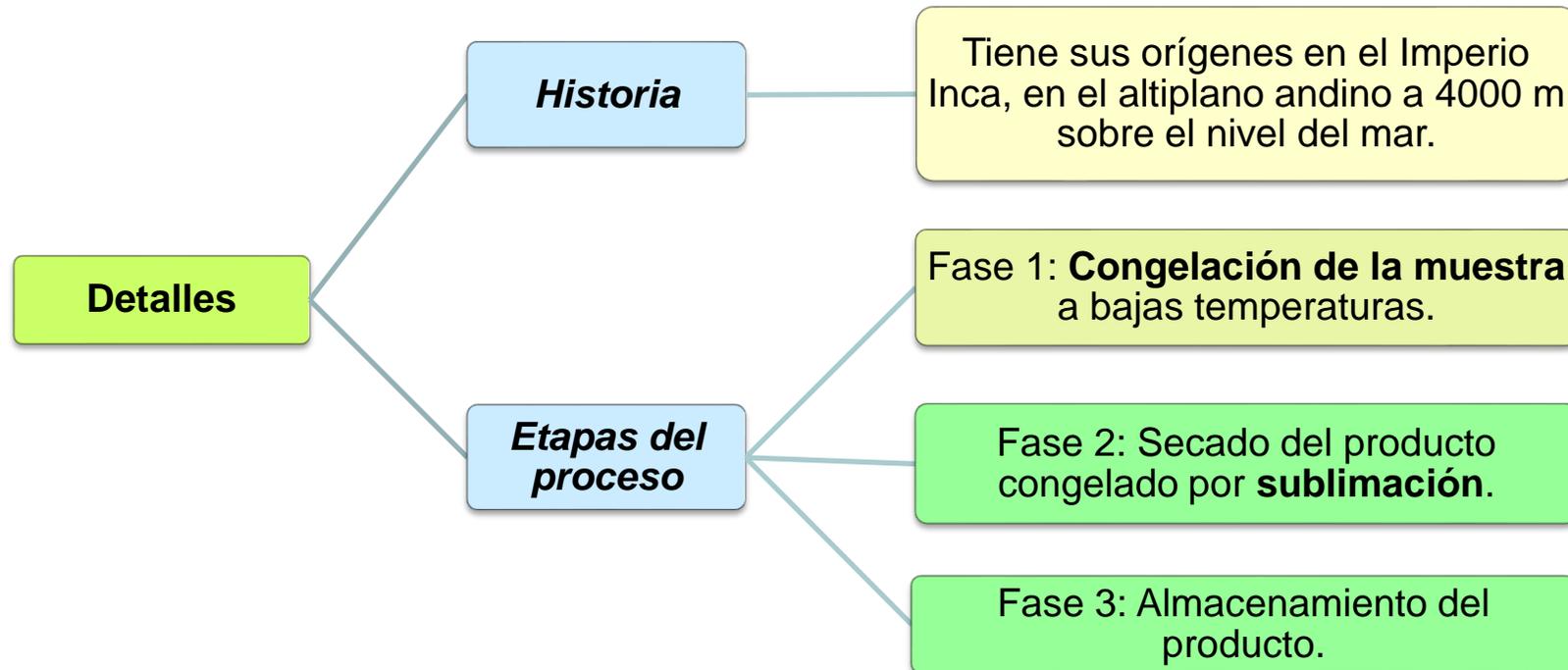
Nota. Principales componentes químicos antimicrobianos de especias de uso común, tomado de (Burt, 2004).



MARCO TEÓRICO

Liofilización

Es un proceso que tiene como objetivo separar el agua (u otro solvente) de una disolución mediante **congelación** y **posterior sublimación del hielo** a presión reducida. La liofilización es el proceso más adecuado para secar productos y es el mejor método para secar compuestos orgánicos o inorgánicos sin alterar su composición.



MARCO TEÓRICO

Carne molida

Se puede decir que es el ingrediente **más caro e importante** de la hamburguesa; la carne molida o picada es, desde hace tiempo, un ingrediente de diversos platos. La carne ha sido tradicionalmente de **vacuno**, aunque es posible ver algunos casos de mezcla como de carne de vacuno y cerdo.



Esta carne para hamburguesas por lo general **preocupa**, debido al **contenido graso** de la carne molida, ya que se sabe que **puede rondar entre el 20% al 40% de peso**.

Por regla general, los valores más apreciados de **ternura se asocian a contenidos altos de grasa** y a preparaciones al horno de forma tradicional.

Formulación para sazonar carne molida para hamburguesas.

Ingrediente	Cantidad (%)
Carne 0/100	49,0
Grasa	24,5
Texturizado de soya	1,5
Concentrado de soya	2,5
Miga para hamburguesa	1,2
Sal	1,4
Condimento	1,5
Hielo	18,4

Nota. Lista de los principales ingredientes y sus respectivas proporciones para preparar hamburguesas, tomado de (Echeverri, Rincón, López, & Restrepo, 2004).



MARCO TEÓRICO

Películas y recubrimientos comestibles: Surgen como una alternativa prometedora para mejorar la calidad de los alimentos durante su procesado y conservación. Estos recubrimientos comestibles están constituidos por **finas películas de polímeros naturales biodegradables**, por lo que es una tecnología respetuosa con el medio ambiente.

Almidón. En los recubrimientos a base de almidón, la **matriz o red** se forma durante el secado de una dispersión gelatinizada mediante los puentes de hidrogeno.



Glicerol. Es necesario para coberturas comestibles basadas en polisacáridos o proteínas, debido a que **modifica su flexibilidad y elasticidad**.



METODOLOGÍA

Área de estudio:

El estudio fue realizado en el campus de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I, Hacienda El Prado, ubicado en la parroquia San Fernando, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha. Geográficamente se localiza a $78^{\circ} 24' 44''$ O, $0^{\circ} 23' 20''$ S y 2748 m de altitud. La temperatura media anual es de 14°C , y la precipitación anual de 1300mm.

Vista satelital de la Ubicación Geográfica del IASA I.



Nota. Representación de la ubicación donde se realizó la fase experimental del proyecto investigativo, tomado de (Google Earth, 2021).



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

METODOLOGÍA

Para explicar de mejor forma el proceso metodológico empleado para la realización de este proyecto investigativo, las múltiples etapas empleadas serán explicadas a través de **fases**:



Fase 1. Visita al laboratorio de poscosecha y primera tutoría sobre recubrimientos y películas comestibles.



Fase 2. Primeros ensayos de extracción del aceite esencial de clavo de olor y formulación de películas comestibles.

Ingredientes	Peso (g)	(%)	
Agua destilada	220,25 ml	82,1 = 82,1%	
Aceite/Carnauba	10 g	4%	⇒ Aceite mismo
Glicerina	6,25	2,5%	
Tereftalato de polietileno	0,10	0,4%	
Almidón Yuca	10	4,5%	↓ 2%
P. Activa	2,5	1%	
	250	100%	

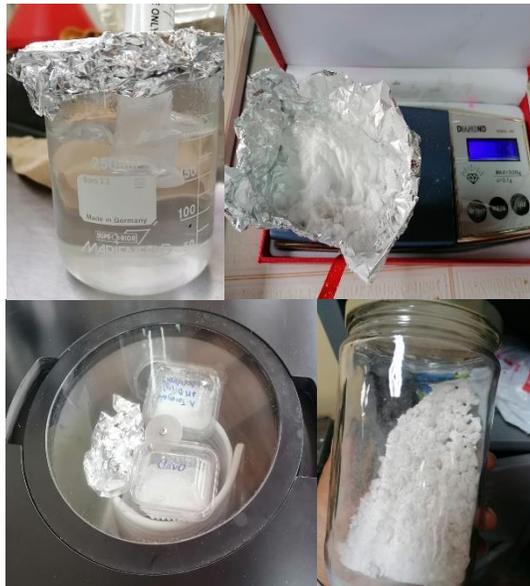
Diagram: A distillation setup showing a flask labeled 'Ebuloso' connected to a condenser and a collection flask. A separate flask is labeled 'H₂O 80°C'.

Fase 3. Estimación y compra de las materias primas mínimas, requeridas para el proyecto investigativo.



METODOLOGÍA

Para explicar de mejor forma el proceso metodológico empleado para la realización de este proyecto investigativo, las múltiples etapas empleadas serán explicadas a través de **fases**:



Fase 4. Extracción del aceite esencial del clavo de olor y liofilización del ingrediente activo.

Ingredientes	Porcentaje de inclusión (%)
Agua destilada	93,5 – 91 – 88,5 – 86
Glicerina	2,5
Almidón de maíz (maicena)	4
Extracto liofilizado de clavo	0 – 2,5 – 5,0 – 7,5
Total	100



Fase 5. Formulación y posterior preparación de las películas comestibles.

Ingredientes	Porcentaje de inclusión (%)
Carne molida	95,9
Miga para hamburguesa	1,2
Sal	1,4
Texturizado de soya (Carve)	1,5
Condimento	1,5
Total	100



Fase 6. Preparación y transporte de las hamburguesas al laboratorio de poscosecha.

METODOLOGÍA

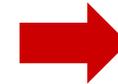
Para explicar de mejor forma el proceso metodológico empleado para la realización de este proyecto investigativo, las múltiples etapas empleadas serán explicadas a través de **fases**:



Fase 7. Preparación de las UE y su posterior traslado al cuarto frío (7,5 °C).



Fase 8. Evaluación de las variables físicas (pruebas no destructivas) peso y textura al día 0, 3, 6 y 9.



Fase 9. Evaluación de las variables químicas (pruebas destructivas) pH y % de ácido láctico al día 0, 3, 6 y 9.



METODOLOGÍA

Análisis estadístico para las variables de respuesta físicas y químicas:

Los parámetros físicos y químicos de las unidades experimentales fueron analizados por medio de un análisis de varianza para un diseño experimental completamente al azar con 3 repeticiones, cuyo modelo fue:

	Parcela grande	Parcela pequeña
T0	Sin película comestible	3er día
		6to día
		9no día
T1	Película + 0% de Clavo	3er día
		6to día
		9no día
T2	Película + 2,5% de Clavo	3er día
		6to día
		9no día
T3	Película + 5% de Clavo	3er día
		6to día
		9no día
T4	Película + 7,5% de Clavo	3er día
		6to día
		9no día

Estructura del Diseño	
EP	Diseño Completamente al Azar DCA
ET	Parcela dividida (5x3) con 3 repeticiones
Modelo Matemático	
$Y_{ijk} = \mu + R_i + \delta k(i) + D_j + (R \cdot D)_{ij} + \epsilon_{ijk}$	
Y _{ijk} : Variable de respuesta evaluada (Peso, Textura, pH, ácido láctico%).	
μ: Media general.	
R _i : Parcela grande (Concentración de extracto liofilizado de clavo).	
δk(i): Error para la parcela grande.	
D _j : Parcela pequeña (Días de evaluación).	
(R·D) _{ij} : Interacción entre la parcela grande y la parcela pequeña.	
ε _{ijk} : Error para la parcela pequeña.	

TOR1 9 3 6	T2R1 3 6 9	T3R3 3 9 6	T1R1 9 6 3	T4R2 6 3 9
T4R1 9 3 6	T1R3 6 3 9	T0R2 3 9 6	T2R3 9 6 3	T0R3 6 3 9
T4R3 3 6 9	T2R2 9 6 3	T3R1 6 3 9	T1R2 9 3 6	T3R3 3 9 6



METODOLOGÍA

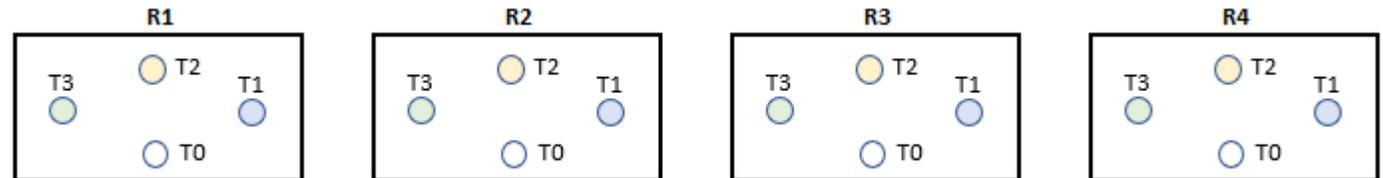
Análisis estadístico para la variable microbiológica (inhibición bacteriana):

El parámetro microbiológico de las unidades experimentales fue analizado por medio de un análisis de varianza para un diseño experimental completamente al azar con 3 repeticiones, cuyo modelo fue:

T0	Película + 0% de Clavo
T1	Película + 2,5% de Clavo
T2	Película + 5% de Clavo
T3	Película + 7,5% de Clavo

Estructura del Diseño	
EP	Diseño Completamente al Azar DCA
ET	Unifactorial (4) con 4 repeticiones

Modelo Matemático	
$Y_{ij} = \mu + F_i + \epsilon_{ij}$	
Y _{ij} : Variable de respuesta evaluada (Inhibición bacteriana mm).	
μ: Media general.	
F _i : Efecto de la i-ésima concentración de extracto liofilizado de clavo.	
ε _{ij} : Error experimental	



METODOLOGÍA

Análisis estadístico para la evaluación organoléptica:

El parámetro organoléptico de las unidades experimentales fue analizado por medio de un análisis de varianza para un diseño experimental de bloques completamente al azar con 12 catadores, cuyo modelo fue:

	Descripción	Código
T0	Sin película comestible	248
T1	Película + 0% de Clavo	459
T2	Película + 2,5% de Clavo	282
T3	Película + 5% de Clavo	401
T4	Película + 7,5% de Clavo	306

Estructura del Diseño	
EP	Diseño de Bloques Completamente al Azar DBCA
ET	Unifactorial con 12 catadores
Modelo Matemático	
$Y_{ij} = \mu + P_i + B_j + \epsilon_{ij}$	
Y _{ij} : Puntaje de aceptación de los tratamientos.	
μ: Media general.	
P _i : Efecto de la i-ésima película comestible en la hamburguesa.	
B _j : Efecto del j-ésimo bloque (catador).	
ε _{ij} : Error experimental.	



RESULTADOS

Extracción y liofilización del aceite esencial de clavo de olor:

El mejor método de extracción de aceites esenciales es por **hidrodestilación**, no solo por el alto porcentaje de aceite esencial que se puede obtener, sino por la mayor cantidad de **masa de partida** que se pudo emplear en el hidrodestilador (aproximadamente 200 g de clavo previamente macerado en 1,5 L de agua destilada).



Comparación del porcentaje de extracción de aceite esencial de clavo por medio de dos técnicas.

Técnica	Masa de partida (g)	Masa del aceite extraído (g)	% de extracción
Hidrodestilación	50,0	3,5	7,0
Soxhlet	50,0	2,7	5,4

Nota. Comparación entre los porcentajes de extracción resultantes de dos técnicas usadas en la obtención de aceite esencial de clavo, adaptado de (Martínez, Morales, Xatruch, & Amey, 2015).



Con respecto al método del liofilización empleado, se obtuvieron resultados satisfactorios con la cantidad de extracto liofilizado de clavo de olor que se extrajo de la cámara de liofilización, puesto que, en total se obtuvo **156 g** (de aceite esencial encapsulado en la matriz sólida de maltodextrina) a partir de los **1500 ml del extracto de clavo** obtenido por medio de la hidrodestilación.

RESULTADOS

Supuestos del ANAVA para las variables de respuesta físicas y químicas:

Antes de proceder con el análisis de varianza, es necesario que los datos tomados cumplan con los supuestos de Normalidad y Homocedasticidad (se acepte en ambos casos la H_0), para un nivel de significancia del 5%.

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Pérdida de peso (%)	45	0,00	0,24	0,96	0,4261
RDUO Textura (cm)	45	0,00	0,08	0,97	0,7861
RDUO pH	45	0,00	0,02	0,95	0,2767
RDUO Ácido láctico (%)	45	0,00	0,02	0,96	0,4027

Tanto en la **Normalidad** como en la **Homocedasticidad** se acepta la **H_0** , por tal motivo los datos se distribuyen de forma normal, y se puede realizar el **ANAVA**.

RABS Pérdida de peso (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Pérdida de peso (%)	45	0,4034	0,1250	65,4937

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,3332	14	0,0238	1,4491	0,1914
Tratamiento	0,3332	14	0,0238	1,4491	0,1914
Error	0,4927	30	0,0164		
Total	0,8259	44			

RABS pH inicial

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS pH inicial	45	0,3586	0,0593	61,9522

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,0013	14	0,0001	1,1980	0,3264
Tratamiento	0,0013	14	0,0001	1,1980	0,3264
Error	0,0024	30	0,0001		
Total	0,0037	44			

RABS Textura (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Textura (cm)	45	0,4551	0,2008	68,7124

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,0503	14	0,0036	1,7899	0,0886
Tratamiento	0,0503	14	0,0036	1,7899	0,0886
Error	0,0602	30	0,0020		
Total	0,1105	44			

RABS Ácido láctico (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Ácido láctico (%)	45	0,4795	0,2366	62,7276

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,0033	14	0,0002	1,9743	0,0579
Tratamiento	0,0033	14	0,0002	1,9743	0,0579
Error	0,0036	30	0,0001		
Total	0,0069	44			



RESULTADOS

ANOVA para las variables de respuesta físicas:

Pérdida de peso (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Pérdida de peso (%)	45	0,99	0,97	7,99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	100,79	24	4,20	68,02	<0,0001	
Par. Grande	16,29	4	4,07	31,00	<0,0001	(Par. Grande>Repetición)
Par. Grande>Repetición	1,31	10	0,13	2,13	0,0722	
Par. Pequeña	79,15	2	39,57	640,96	<0,0001	
Par. Grande*Par. Pequeña	4,04	8	0,50	8,18	0,0001	
Error	1,23	20	0,06			
Total	102,03	44				

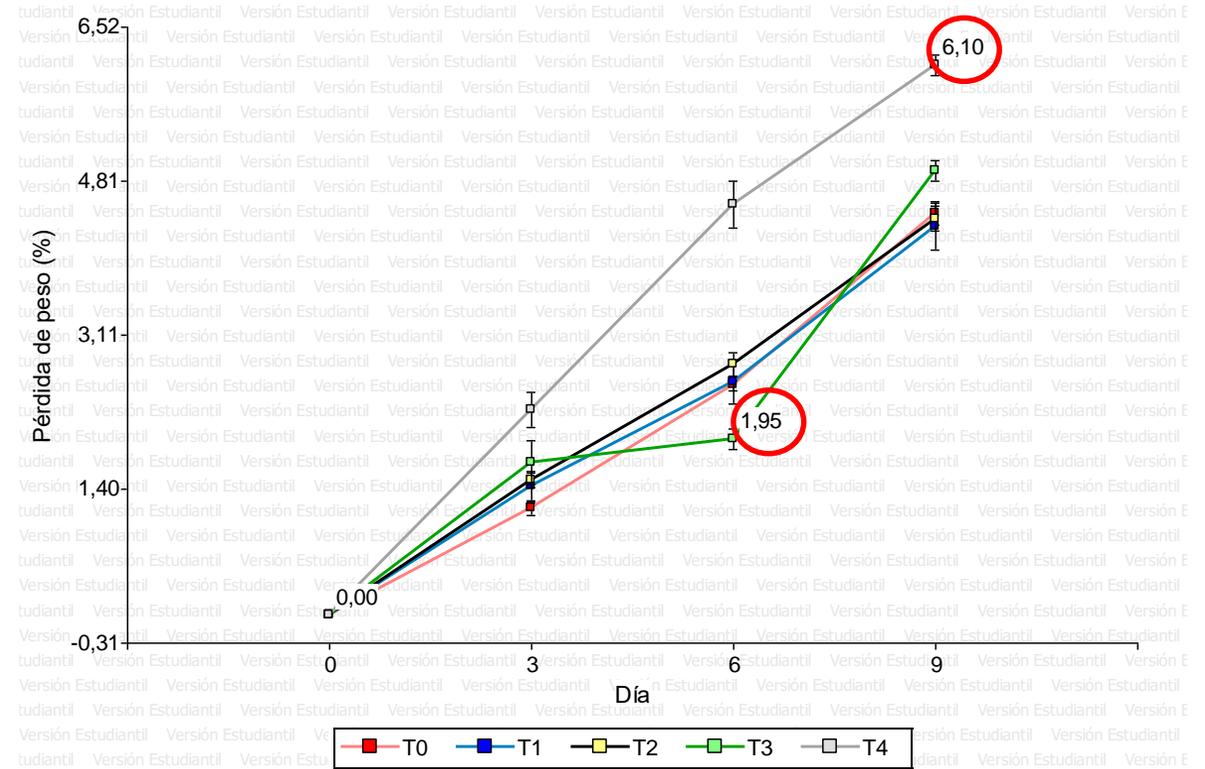
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,77859

Error: 0,0617 gl: 20

Par. Grande Par. Pequeña Medias n E.E.

T4	9	6,10	3	0,14	A		
T3	9	4,93	3	0,14	B		
T4	6	4,56	3	0,14	B		
T0	9	4,46	3	0,14	B		
T2	9	4,39	3	0,14	B		
T1	9	4,31	3	0,14	B		
T2	6	2,78	3	0,14		C	
T1	6	2,58	3	0,14		C	D
T0	6	2,55	3	0,14		C	D
T4	3	2,27	3	0,14		C	D E
T3	6	1,95	3	0,14		D	E F
T3	3	1,69	3	0,14			E F
T2	3	1,50	3	0,14			E F
T1	3	1,43	3	0,14			F
T0	3	1,18	3	0,14			F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)



Existe una **interacción significativa** entre el tratamiento y el día de evaluación, con respecto a la variable de respuesta pérdida de peso (%) ($F=8.18$ y $p\text{-valor}=0.0001$). El tratamiento que presentó una mayor pérdida de peso fue el **T4** en el día 9 de refrigeración con 6.10% al compararlo con el tratamiento **T3** el cual en el mismo día tuvo una pérdida de 4.93% del peso, de acuerdo con la prueba inexacta de Tukey con un $\alpha=0.05$.



RESULTADOS

ANAVA para las variables de respuesta físicas:

Textura (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Textura (cm)	45	0,98	0,95	1,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo		8,74	24	0,36	36,21	<0,0001	
Par. Grande		5,20	4	1,30	129,37	<0,0001	(Par. Grande>Repetición)
Par. Grande>Repetición		0,10	10	0,01	1,00	0,4755	
Par. Pequeña		2,85	2	1,43	141,82	<0,0001	
Par. Grande*Par. Pequeña		0,58	8	0,07	7,23	0,0002	
Error		0,20	20	0,01			
Total		8,94	44				

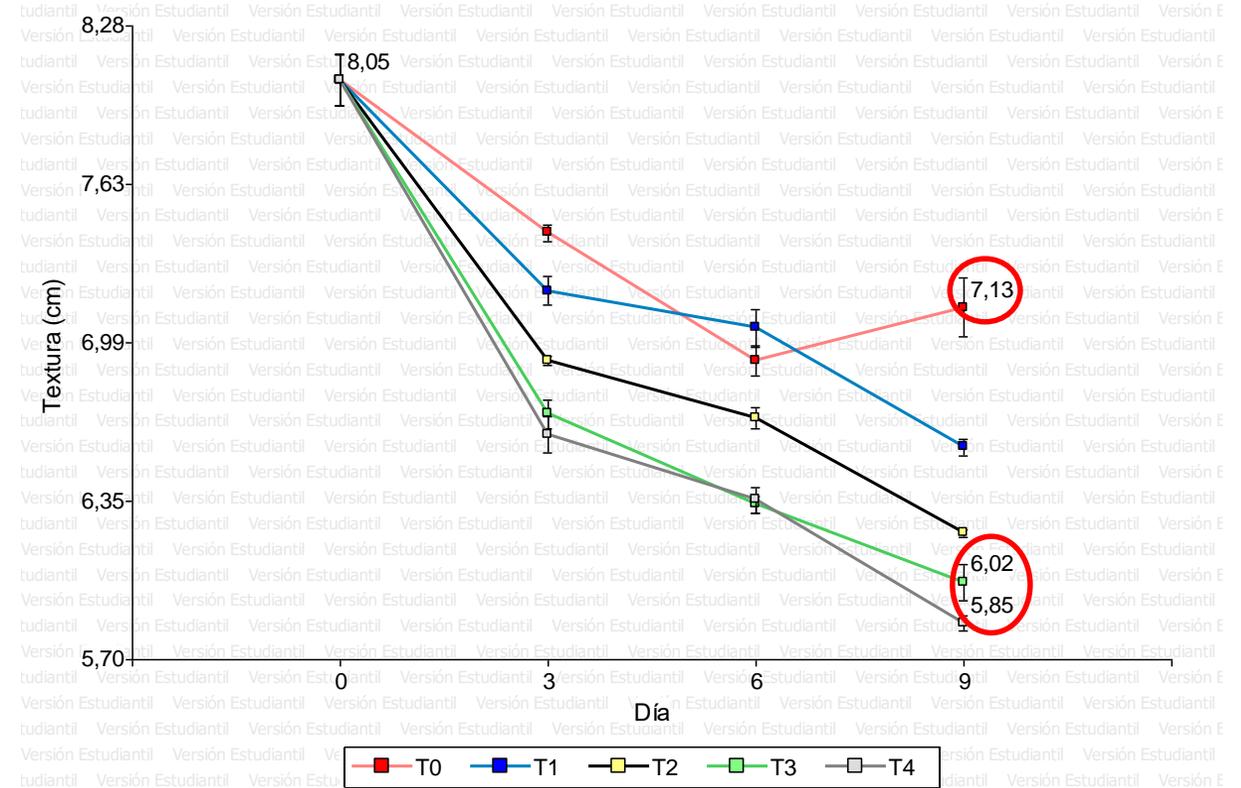
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,31421

Error: 0,0101 gl: 20

Par. Grande Par. Pequeña Medias n E.E.

T0	3	7,43	3	0,06	A						
T1	3	7,20	3	0,06	A	B					
T0	9	7,13	3	0,06	A	B					
T1	6	7,05	3	0,06	B						
T0	6	6,92	3	0,06	B	C					
T2	3	6,92	3	0,06	B	C					
T3	3	6,70	3	0,06		C	D				
T2	6	6,68	3	0,06		C	D				
T4	3	6,62	3	0,06		C	D	E			
T1	9	6,57	3	0,06			D	E			
T4	6	6,35	3	0,06				E	F		
T3	6	6,33	3	0,06				E	F		
T2	9	6,22	3	0,06					F	G	
T3	9	6,02	3	0,06						G	H
T4	9	5,85	3	0,06							H

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)



Existe una **interacción significativa** entre el tratamiento y el día de evaluación, con respecto a la variable de respuesta textura (cm) ($F = 7,23$ y $p\text{-valor} = 0,0002$). El tratamiento que presentó una mayor textura fue el **T0** en el día 9 de refrigeración con 7,13 cm con respecto a los tratamientos **T3** y **T4** en el día 9 los cuales tuvieron 6,02 cm y 5,85 cm de textura respectivamente, de acuerdo con la prueba inexacta de Tukey con un $\alpha = 0,05$.



RESULTADOS

ANAVA para las variables de respuesta químicas:

pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH inicial	45	0,9995	0,9988	0,2500

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

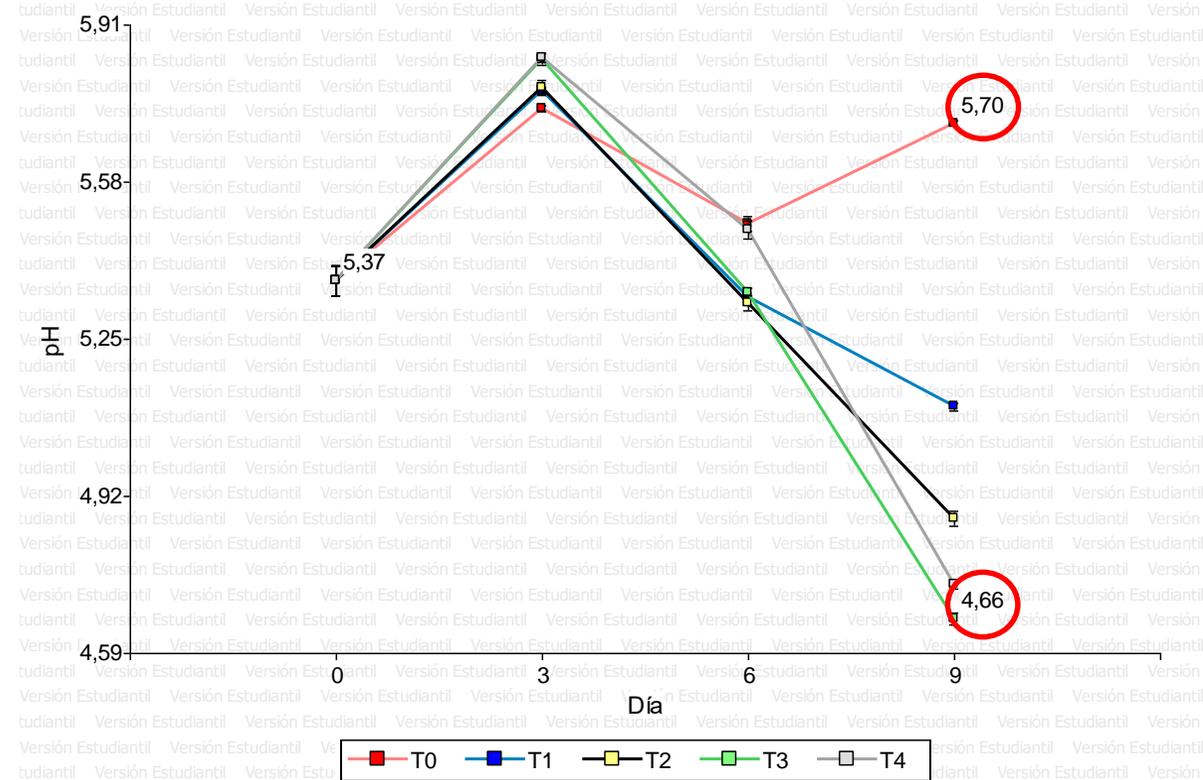
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	6,6813	24	0,2784	1527,7470	<0,0001	
Par. Grande	0,7211	4	0,1803	192,6936	<0,0001	(Par. Grande>Repetición)
Par. Grande>Repetición	0,0094	10	0,0009	5,1341	0,0009	
Par. Pequeña	4,4704	2	2,2352	12266,3902	<0,0001	
Par. Grande*Par. Pequeña	1,4805	8	0,1851	1015,5671	<0,0001	
Error	0,0036	20	0,0002			
Total	6,6850	44				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04230

Error: 0,0002 gl: 20

Par. Grande	Par. Pequeña	Medias	n	E.E.	
T4	3	5,8367	3	0,0078	A
T3	3	5,8333	3	0,0078	A
T2	3	5,7733	3	0,0078	B
T1	3	5,7667	3	0,0078	B C
T0	3	5,7300	3	0,0078	C D
T0	9	5,7000	3	0,0078	D
T0	6	5,4900	3	0,0078	E
T4	6	5,4767	3	0,0078	E
T3	6	5,3467	3	0,0078	F
T1	6	5,3367	3	0,0078	F
T2	6	5,3233	3	0,0078	F
T1	9	5,1067	3	0,0078	G
T2	9	4,8733	3	0,0078	H
T4	9	4,7367	3	0,0078	I
T3	9	4,6633	3	0,0078	J

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)



Existe una **interacción significativa** entre el tratamiento y el día de evaluación, con respecto a la variable de respuesta pH ($F = 1015,56$ y $p\text{-valor} < 0,0001$). El tratamiento que presentó un mayor pH en el día 9 de refrigeración fue el **T0** con 5,70 con respecto al tratamiento **T3** en el día 9, el cual tuvo 4,66 de pH, de acuerdo con la prueba inexacta de Tukey con un $\alpha = 0,05$.



RESULTADOS

ANAVA para las variables de respuesta químicas:

Ácido láctico (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ácido láctico (%)	45	0,9899	0,9777	1,8493

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	0,3277	24	0,0137	81,5439	<0,0001	
Par. Grande	0,0692	4	0,0173	10,0961	0,0015	(Par. Grande>Repetición)
Par. Grande>Repetición	0,0171	10	0,0017	10,2269	<0,0001	
Par. Pequeña	0,2136	2	0,1068	637,9680	<0,0001	
Par. Grande*Par. Pequeña	0,0278	8	0,0035	20,7298	<0,0001	
Error	0,0033	20	0,0002			
Total	0,3310	44				

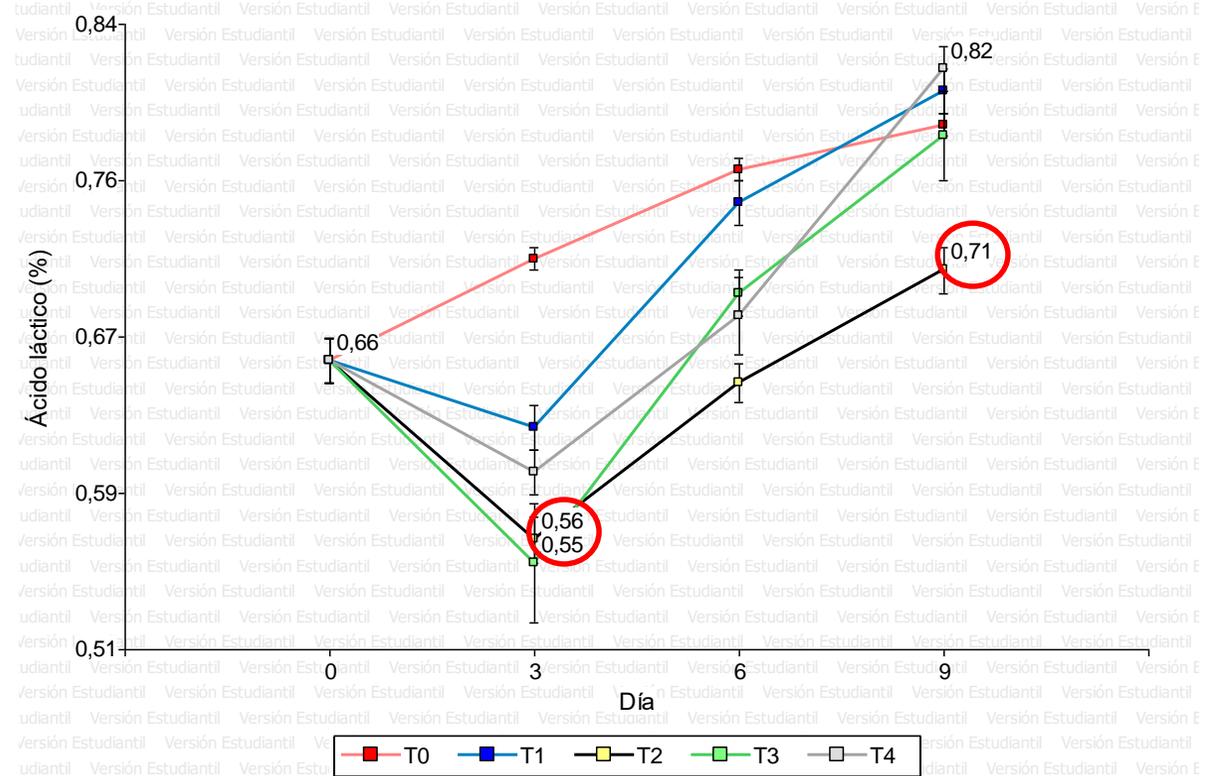
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04055

Error: 0,0002 gl: 20

Par. Grande Par. Pequeña Medias n E.E.

T4	9	0,8170	3	0,0075	A
T1	9	0,8050	3	0,0075	A
T0	9	0,7870	3	0,0075	A B
T3	9	0,7810	3	0,0075	A B C
T0	6	0,7630	3	0,0075	B C
T1	6	0,7450	3	0,0075	C D
T0	3	0,7150	3	0,0075	D E
T2	9	0,7090	3	0,0075	D E
T3	6	0,6970	3	0,0075	E
T4	6	0,6850	3	0,0075	E F
T2	6	0,6490	3	0,0075	F G
T1	3	0,6250	3	0,0075	G H
T4	3	0,6010	3	0,0075	H I
T2	3	0,5647	3	0,0075	I J
T3	3	0,5523	3	0,0075	J

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)



Existe una **interacción significativa** entre el tratamiento y el día de evaluación, con respecto a la variable de respuesta % de ácido láctico (F= 20,73 y p-valor < 0.0001). Los tratamientos que presentaron un mayor % de ácido láctico en el día 9 de refrigeración fueron el **T4, T1, T0** y **T3** con 0,817; 0,805; 0,787 y 0,781; al compararlos con el tratamiento **T2** el cual tuvo 0,709 de contenido de ácido láctico, de acuerdo con la prueba inexacta de Tukey con un $\alpha = 0.05$.



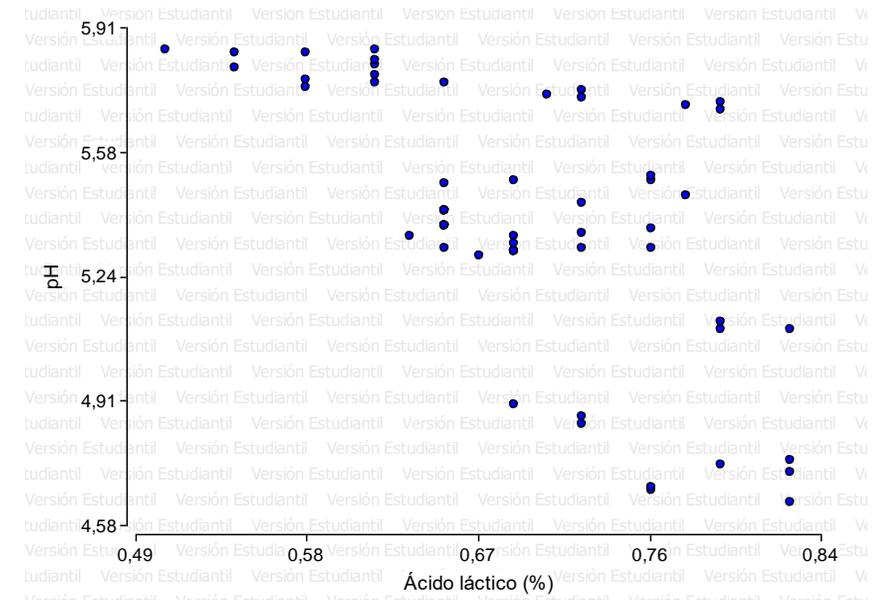
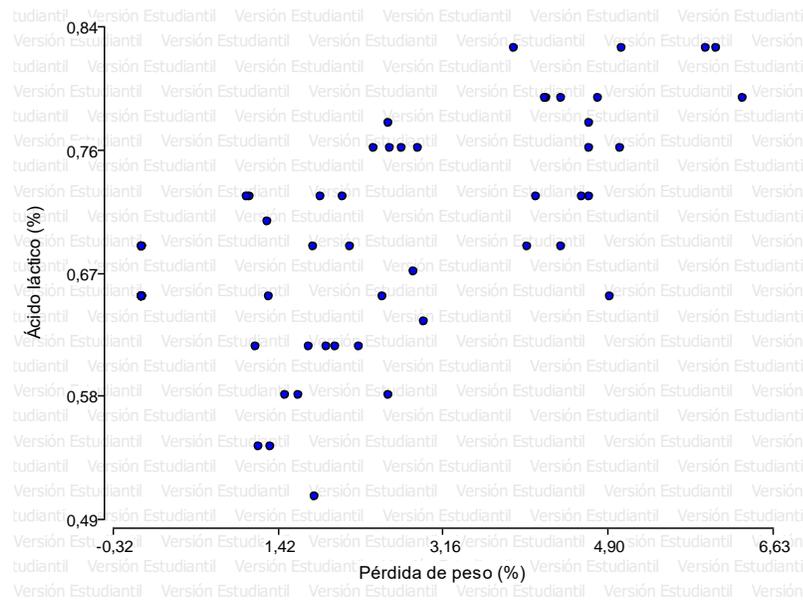
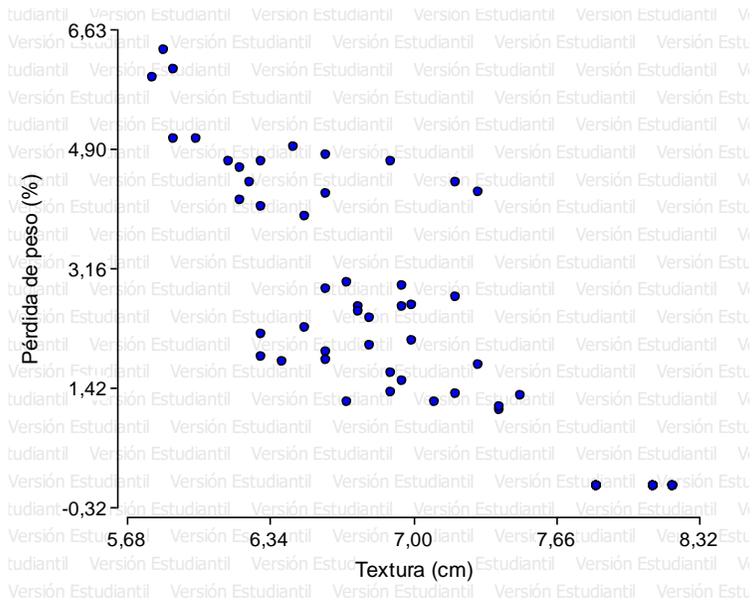
RESULTADOS

Correlación entre las variables fisicoquímicas:

Correlación de Pearson

Variable (1)	Variable (2)	n	Pearson	p-valor
Pérdida de peso (%)	Textura (cm)	60	-0,85616887	<0,0001
Pérdida de peso (%)	pH inicial	60	-0,49833787	0,0001
Pérdida de peso (%)	Ácido láctico (%)	60	0,60884737	<0,0001
Textura (cm)	pH	60	0,38180281	0,0026
Textura (cm)	Ácido láctico (%)	60	-0,32779860	0,0106
pH	Ácido láctico (%)	60	-0,63055929	<0,0001

- Se encontró un grado de **asociación negativo** entre la pérdida de peso (%) y la textura de la carne de hamburguesa ($r=-0,856$ y $p\text{-valor} < 0,0001$).
- Se encontró un grado de **asociación positiva** entre la pérdida de peso (%) y el % de ácido láctico en las hamburguesas ($r=0,608$ y $p\text{-valor} < 0,0001$).
- Se encontró un grado de **asociación negativo** entre el pH y el % de ácido láctico de la carne de hamburguesa ($r=-0,63$ y $p\text{-valor} < 0,0001$).



RESULTADOS

ANAVA para la variable de respuesta microbiológica:

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Halo de inhibición (m..	16	0,00	0,07	0,93	0,4285

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Halo de inhibición (m..	16	0,43	0,29	81,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	3	5,0E-03	3,00	0,0728
Tratamiento	0,02	3	5,0E-03	3,00	0,0728
Error	0,02	12	1,7E-03		
Total	0,03	15			



Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Halo de inhibición (mm)	16	0,991	0,989	6,454

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,615	3	2,872	459,467	<0,0001
Tratamiento	8,615	3	2,872	459,467	<0,0001
Error	0,075	12	0,006		
Total	8,690	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16597

Error: 0,0062 gl: 12

Tratamiento Medias n E.E.

T3	1,925	4	0,040	A
T2	1,600	4	0,040	B
T1	1,375	4	0,040	C
T0	0,000	4	0,040	D

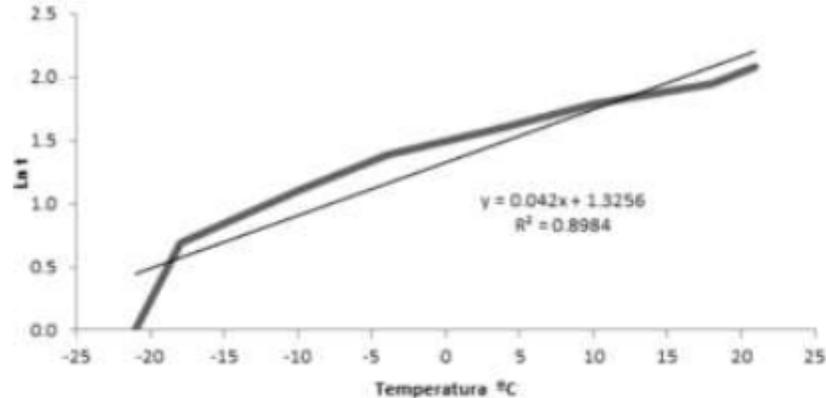
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En este caso se acepta la H1, por lo tanto **al menos uno de los tratamientos usados en el antibiograma difiere del resto**, debido a que produjo halos de inhibición con un radio significativo para las bacterias aisladas de la carne molida ($F= 459,467$ y $p\text{-valor} < 0.0001$). El tratamiento que presentó un mayor halo de inhibición fue el **T3** con 1,925 mm con respecto al tratamiento **T0** el cual no tuvo ningún efecto antibacteriano, de acuerdo con la prueba inexacta de comparación de medias de Tukey con un $\alpha= 0.05$.

RESULTADOS

Vida útil de la carne molida bajo refrigeración:

Teniendo en cuenta que todas las variables de respuesta que fueron evaluadas en esta investigación **no pueden** ser utilizadas para determinar **la vida útil** de la carne molida usada para las hamburguesas, debido a que no pueden ser asociadas directamente a la calidad de las hamburguesas durante el transcurso del tiempo:



Nota. Regresión lineal para la determinación de la vida útil de hamburguesas almacenadas en refrigeración, adaptado de (Terrazas, Roca, & Zumbado, 2017).

$$\ln(t) = 0,042T + 1,3256$$

$$\ln(t) = 0,042(7,5 \text{ } ^\circ\text{C}) + 1,3256$$

$$\ln(t) = 0,315 + 1,3256$$

$$\ln(t) = 1,6406$$

$$e^{1,6406} = t \text{ (días)}$$

$$t \text{ (días)} = 5,16$$



RESULTADOS

Resumen de los mejores tratamientos:

Como no se puede determinar fácilmente cual puede ser considerado el mejor tratamiento, a continuación, se presentan los valores de las medias de las variables de respuesta de los mejores tratamientos:

Día	Variables de respuesta	T0	T1	T2	T3	T4
3	Pérdida de peso (%)	1,18	1,43	1,50	1,69	-
	Textura (cm)	7,43	7,2	-	-	-
	pH (5,5 – 6,18)	5,73	5,77	5,77	5,83	5,84
	% Ácido láctico (0,34 – 0,58)	-	-	0,55	0,56	-
6	Pérdida de peso (%)	2,55	2,58	-	1,95	-
	Textura (cm)	6,91	7,05	-	-	-
	pH (5,5 – 6,18)	5,49	-	-	-	5,47
	% Ácido láctico (0,34 – 0,58)	-	-	-	-	-
9	Pérdida de peso (%)	4,46	4,31	4,39	4,93	-
	Textura (cm)	7,13	-	-	6,02	5,85
	pH (5,5 – 6,18)	5,70	-	-	-	-
	% Ácido láctico (0,34 – 0,58)	-	-	-	-	-

Nota. Variables de respuesta con los mejores promedios de acuerdo con cada tratamiento; parámetros de pH y % de ácido láctico adaptado de (Gomez, Gomez, & Martínez, 2016).



RESULTADOS

ANOVA para la evaluación sensorial:

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Puntaje global	60	0,000	0,304	0,955	0,1558

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Puntaje global	60	0,428	0,233	56,537

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,678	15	0,045	2,198	0,0218
Tratamiento	0,070	4	0,018	0,853	0,4994
Bloque	0,608	11	0,055	2,687	0,0099
Error	0,905	44	0,021		
Total	1,583	59			



Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Puntaje global	60	0,655	0,538	10,164

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,352	15	0,690	5,577	<0,0001
Tratamiento	7,364	4	1,841	14,877	<0,0001
Bloque	2,988	11	0,272	2,195	0,0323
Error	5,445	44	0,124		
Total	15,797	59			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,40846

Error: 0,1238 gl: 44

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T0	3,722	12	0,102 A
T3	3,695	12	0,102 A
T4	3,610	12	0,102 A
T2	3,501	12	0,102 A
T1	2,778	12	0,102 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Se acepta la H1, por lo tanto **al menos uno de los puntajes globales de los tratamientos evaluados difiere del resto**, debido a que existe diferencias significativas entre las unidades experimentales catadas ($F= 14,877$ y $p\text{-valor} < 0,0001$). Los tratamientos que presentaron un mayor puntaje global en las fichas de evaluación sensorial fueron el **T0**, **T3**, **T4** y **T2** con medias de 3,722; 3,695; 3,610 y 3,50 respectivamente, al compararlos con el tratamiento **T1** que fue el que menos gusto a los catadores con un puntaje global de 2,778 sobre 5 puntos, de acuerdo con la prueba inexacta de comparación de medias de Tukey con un $\alpha= 0.05$.



DISCUSIÓN

Martínez, Morales, Xatruch, & Amey (2015)	El uso del hidroddestilador tuvo resultados satisfactorios al compararlo con el sistema de destilación Soxhlet, no solo porque se puede obtener mayor cantidad de extracto con la misma masa de partida que es de 7% en el caso del hidroddestilador y 5,4% al usar el destilador Soxhlet, sino por la cantidad de la masa de partida que se puede emplear.
Gomez, Gomez, & Martínez (2016)	<p>Una carne más pálida, banda y exudativa (PSE) de lo normal está asociada con un pH bajo, en general; concordando con lo apreciado en todos los tratamientos con las películas comestibles en el sexto y noveno día de evaluación.</p> <p>Valores de ácido láctico iniciales por encima de 0.58 % se deben al estrés antemortem que haya tenido el animal, explicando así el elevado contenido de ácido láctico de la carne molida al inicio (0.661 %); esto estando estrechamente ligado a la consistencia de la carne.</p>
Jurado, Montalvo, Ramírez, & Bolívar (2011)	El contenido elevado de ácido láctico es el principal responsable de la reducción del pH y de la acción inhibitoria de microorganismos patógenos por parte de la acción antagónica de bacterias ácido lácticas como <i>Lactobacillus acidophilus</i> a las cuales se les atribuye la producción de ácidos orgánicos como el ácido láctico.
Terrazas, Roca, & Zumbado (2017)	Teóricamente las hamburguesas almacenadas a la temperatura del experimento presente, tienen una vida útil de 5,16 días; y que en el caso de esta investigación se puede considerar que las unidades experimentales del tratamiento testigo estuvieron con signos de descomposición al sexto día de evaluación, por lo que se puede considerar que estos valores son próximos o similares.



CONCLUSIONES

- ❖ El método de extracción del aceite esencial de clavo por arrastre de vapor, es el más adecuado para aislar el principio activo, no solo por la cantidad de aceite esencial que se puede obtener a partir de la masa inicial de clavo, o por la cantidad de masa inicial que se puede introducir en el equipo, sino a que se puede obtener una cantidad significativa de extracto en un periodo corto de tiempo, que sumado al uso de la cámara de liofilización se logró obtener la cantidad necesaria para la formulación de las películas comestibles, la cual fue de 156 g de extracto liofilizado encapsulado en maltodextrina, el cual conservo las propiedades antibacterianas propias del aceite esencial.
- ❖ Con relación a la textura (medida de resistencia mecánica al aplastamiento), permite predecir de forma indirecta que las películas comestibles son permeables a la humedad, es decir, que cuanto más cantidad de aceite esencial de clavo con maltodextrina poseen mayor es la pérdida de peso del producto, siendo evidente al día 9 de evaluación, donde el testigo T0 presentó el mayor valor de textura en cm de deformación, seguido en orden de mayor a menor por el resto de tratamientos conforme incrementaba la cantidad de aceite esencial liofilizado en la película comestible empleada.
- ❖ Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en cuanto a los parámetros fisicoquímicos, las unidades experimentales de los tratamientos T2, T3 y el testigo T0 (siendo este el mejor de los tres) tuvieron las mejores medias con respecto a las variables de evaluación al tercer, sexto y noveno día; sin embargo, al considerar que el tratamiento T0 a partir del sexto día presentaba signos de descomposición, se determinó que ninguna de estas variables podía ser utilizada para el cálculo de la vida útil de las hamburguesas.



CONCLUSIONES

- ❖ En cuanto a la vida útil de la carne molida usada en la preparación de las hamburguesas que estuvieron almacenadas en refrigeración a 7,5 °C durante su proceso de evaluación, teóricamente el cálculo realizado en base a la bibliografía consultada (5,16 días) guarda una gran relación con el tratamiento testigo T0 (hamburguesa sin película comestible), puesto que, las unidades experimentales correspondientes a este tratamiento al sexto día de evaluación presentaban signos de descomposición al igual que el tratamiento T1; en cambio el tratamiento T2 y T3 mantuvieron una consistencia y aroma adecuado hasta el sexto día; con respecto al tratamiento T4 se puede mencionar que al noveno día de evaluación fue el único que mantuvo un aroma y consistencia adecuada.
- ❖ Con respecto a la evaluación sensorial, se tuvieron resultados satisfactorios, debido a que, los tratamientos que presentaron un mayor puntaje global en las fichas de evaluación sensorial fueron el T0 (hamburguesa sin película comestible), T3, T4 y T2 con medias de 3,722; 3,695; 3,610 y 3,50 respectivamente, al compararlos con el tratamiento T1 que fue el que menos gustó a los catadores con un puntaje global de 2,778 sobre 5 puntos. Siendo evidente que estadísticamente no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos que incluyen el liofilizado de clavo en las películas comestibles y el tratamiento testigo.



RECOMENDACIONES

- ❖ Es necesario realizar estudios posteriores de la cantidad del ingrediente activo (eugenol) que contiene el liofilizado de clavo de olor, con la finalidad de realizar de forma más precisa formulaciones que puedan gozar de propiedades antibacterianas.
- ❖ En cuanto a los días de evaluación, es recomendable reducir los intervalos de evaluación a cada dos días, puesto que se pudo notar que existieron cambios en los variables físicas y químicas muy notables entre el día cero y el día tres; de igual forma esta evaluación debe de ser realizada en máximo ocho días, debido a que en el presente estudio la carne del noveno día ya presentaba signos de descomposición (resultando más evidente en el tratamiento testigo).
- ❖ Para posteriores estudios, resulta factible evaluar el comportamiento de las películas comestibles en carne de hamburguesas, sometidas a distintas temperaturas de refrigeración, puesto que, la temperatura de almacenamiento juega un papel de suma importancia en las características físicas y químicas de la carne.
- ❖ Es necesario que en futuras investigaciones se realice el recuento bacteriano en las unidades experimentales en múltiples días de evaluación, puesto que, de esta forma se puede determinar de forma precisa su vida útil de acuerdo con la temperatura de almacenamiento o el porcentaje de inclusión de extracto natural en la película comestible.



BIBLIOGRAFÍA

- 2VSQUÍMICOS. (2016). Tween 80 y su uso en el sector farmacéutico. Recuperado el 29 de mayo de 2022, de <https://www.2vsq.com/post/65/tween-80-y-su-uso-en-el-sector-farmaceutico>
- Aguilar, A., & López, A. (2013). Extractos y aceite esencial del clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) y su potencial aplicación como agentes antimicrobianos en alimentos. Recuperado el 15 de mayo de 2022, de https://www.researchgate.net/profile/Ana-Aguilar-9/publication/339310008_Extractos_y_aceite_esencial_del_clavo_de_olor_Syzygium_aromaticum_y_su_potencial_aplicacion_como_agentes_antimicrobianos_en_alimentos/links/5e68c3524585153fb3d602ae/Extractos-y-aceit
- Aguilar, L., Gastón, C., Llopiz, J., & Jérez, A. (2005). Estudio de termoestabilidad de goma xantano por análisis térmico y viscosimetría. Recuperado el 29 de mayo de 2022, de <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223120688009.pdf>
- Agustín, M., & Olascoaga, L. (octubre de 2020). El clavo de olor, un viejo conocido. Recuperado el 16 de mayo de 2022, de <https://revistauniversitaria.uaemex.mx/article/download/15548/11465/>
- Ancos, B., González, D., Colina, C., & Sánchez, C. (2015). Uso de películas/recubrimientos comestibles en los productos de IV y V Gama. Recuperado el 29 de mayo de 2022, de <https://www.redalyc.org/pdf/813/81339864002.pdf>
- Andrade, A. (marzo de 2017). Evaluación de propiedades físicas fisicoquímicas y mecánicas de hamburguesa de ovino adicionada con carragenina y aislado proteico de soya. Recuperado el 19 de mayo de 2022, de <http://132.248.9.195/ptd2017/marzo/0756793/0756793.pdf>
- Arce, M. (junio de 2009). Normal climática y distribución de la precipitación de la hacienda El Prado-IASA. Recuperado el 19 de mayo de 2022, de <https://es.scribd.com/document/251338998/Datos-de-Clima-en-Salgolqui>
- Argueta, M., & Trujillo, A. (junio de 2019). Elaboración y caracterización de una biopelícula a partir de almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*) incorporando aceite de orégano (*Origanum sp.*) como inhibidor microbiano en la preservación de fresas empacadas. Recuperado el 04 de julio de 2022, de <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/24932/1/Elaboraci%C3%B3n%20y%20caracterizaci%C3%B3n%20de%20una%20biopel%C3%ADcula%20a%20partir%20de%20almid%C3%B3n%20de%20pl%C3%A1tano%20verde%20%28musa%20paradisiaca%29%20incorporando%20aceite%20esencial%20de%20or%C3%A9gan>
- Burt, S. (03 de marzo de 2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods. Recuperado el 17 de mayo de 2022, de https://naturalingredient.org/wp/wp-content/uploads/Burt_Essential_Oils_A_Review_2004.pdf



BIBLIOGRAFÍA

- Chavarrías, M. (17 de febrero de 2010). Liofilización para una mejor conservación. Recuperado el 17 de mayo de 2022, de https://www.adiveter.com/ftp_public/A2190210.pdf
- Cocinista. (2020). Xantana. Recuperado el 29 de mayo de 2022, de Ingredientes modernos: <https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/ingredientes-modernos/xantana.html>
- Colcha, L. (2011). Evaluación sobre buenas prácticas de manipulación y conservación de alimentos al personal que labora en el área de cocina del hospital general del cantón Colta provincia de Chimborazo 2010. Recuperado el 27 de mayo de 2022, de <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/9421/1/84T00090.pdf>
- Cueva, J. (2017). Actividad antifúngica "in vitro" del aceite esencial y extracto alcohólico de clavo de olor sobre *Candida albicans* cepa ATCC 10231. Recuperado el 16 de mayo de 2022, de <https://1library.co/document/y6em3p7z-actividad-antifungica-esencial-extracto-alcoholico-syzygium-aromaticum-candida.html>
- Echeverri, L., Rincón, S., López, J., & Restrepo, D. (03 de septiembre de 2004). Un acercamiento al diseño de los productos carnicos bajos en grasa. Recuperado el 19 de mayo de 2022, de Parte I. Productos de picado grueso: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v57n1/a07v57n1.pdf>
- Edge, J. (2005). Hamburgers and Fries: An American Story. Recuperado el 18 de mayo de 2022, de Wikipedia: <https://archive.org/details/hamburgersfriesa00edge/page/n15/mode/2up>
- Falguera, V., Quintero, P., Jiménez, A., Muñoz, J., & Ibarz, A. (junio de 2011). Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. Recuperado el 29 de mayo de 2022, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224411000318>
- Gamarra, A. (2017). Efecto de la concentración de aceite esencial de clavo de olor en la cobertura comestible a base de gelatina-almidón y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, recuento de mohos y levaduras y aceptabilidad general en bayas. Recuperado el 29 de mayo de 2022, de http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/2885/1/RE_IND.ALIM_ANA.GAMARRA_ACEITE.ESENCIAL.DE.CLAVO_DATOS.PDF
- García, A. (2016). Efecto del aceite esencial de clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) sobre la caracterización y vida útil de tomates (*Solanum lycopersicum*) frescos. Recuperado el 04 de febrero de 2022, de <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/661/IND-GAR-VILL-16.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, E. (2019). Extractos hidroalcohólicos de *Curcuma longa* L. (cúrcuma) de tres regiones del Ecuador y su posible uso como antioxidante. Recuperado el 06 de mayo de 2022, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/18822/1/T-UCE-0008-CQU-138.pdf>
- GIDOLQUIM. (04 de abril de 2014). El proceso de la liofilización. Recuperado el 17 de mayo de 2022, de <https://www.ub.edu/talc>



BIBLIOGRAFÍA

- Gomez, M., Gomez, N., & Martínez, J. (18 de noviembre de 2016). Evaluación de las características organolépticas, físicas y químicas de pechuga de pollo, en San Juan de Pasto. Recuperado el 27 de julio de 2022, de <http://vetzootec.ucaldas.edu.co/index.php/component/content/article/91-coleccion-articulos-espanol/215-evaluacion-de-las-caracteristicas-organolepticas>
- González, M., Mesa, C., & Quintero, O. (20 de octubre de 2014). Estimación de la vida útil de almacenamiento de carne de res y de cerdo con diferente contenido graso. Recuperado el 06 de mayo de 2022, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-40042014000300005
- Google Earth. (03 de noviembre de 2021). Ubicación del IASA I. Recuperado el 17 de julio de 2022, de https://earth.google.com/web/search/IASA,+Sangolqu%c3%ad/@-0.3856423,-78.4164022,2718.86699072a,1056.51552932d,35y,0h,45t,0r/data=CnsaURJLCiUweDkxZDViYmJkODY0NDg1MWI6MHHjNmM4YjJiYjZjMDI2OTY5GfQRnQpdrti_leC-aVWmmIPAKhBJQVNBLCBTYW5nb2xxdcOtGAlgASImCiQJcJQDN
- Guzmán, L., Acevedo, D., Romero, L., & Estrada, J. (04 de agosto de 2014). Elaboración de una Película Comestible a Base de Colágeno Incorporado con Nisina como Agente Antimicrobiano. Recuperado el 29 de mayo de 2022, de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v26n3/art04.pdf>
- Hussain, S., Rahman, R., Mushtaq, A., & Belaskri, A. (2017). Clove: A review of a precious species with multiple uses. Recuperado el 09 de julio de 2022, de https://www.researchgate.net/profile/Asma-El-Zerey-Belaskri/publication/337821557_Clove_A_review_of_a_precious_species_with_multiple_uses/links/5debf6d24585159aa46ba407/Clove-A-review-of-a-precious-species-with-multiple-uses.pdf
- Jaramillo, E. (2020). Efecto de la adición de extractos antociánicos de mora de castilla (*Rubus glaucus* B.) y fresa (*Fragaria x ananassa* W.) sobre la capacidad antioxidante y aceptabilidad organoléptica en queso semi-maduro. Recuperado el 20 de julio de 2022, de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/22056/1/T-IASAI-005592.pdf>
- Jiménez, M., Chaidez, C., & León, J. (diciembre de 2012). Calidad microbiológica de carne de res comercializada en el mercado municipal de Culiacán, Sinaloa. Recuperado el 20 de mayo de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-50922012000400002
- Jurado, H., Montalvo, C., Ramírez, C., & Bolívar, G. (2011). Efecto de bioconservación de carne molida de cerdo, tipo hamburguesa con *Lactobacillus acidophilus* cepa ATCC 4356 y *Staphylococcus carnosus* NRRLO2. Recuperado el 27 de julio de 2022, de <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/download/90/84>



BIBLIOGRAFÍA

- Köhler, F. (25 de enero de 2007). *Syzygium aromaticum*. Recuperado el 16 de mayo de 2022, de Wikipedia:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Syzygium_aromaticum_-_K%C3%B6hler%E2%80%93s_Medizinal-Pflanzen-030.jpg
- López, Á., Velo, D., & Jara, J. (noviembre de 2015). Determinaciones Analíticas en Leche. Recuperado el 10 de mayo de 2022, de
https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.juntadeandalucia.es%2Fagriculturaypesca%2Fifapa%2Fservifapa%2Fregistro-servifapa%2Ff4c126b0-f732-480d-930e-2bb9b406f553%2Fdownload&psig=AOvVaw0MY3qGgqww6E6ai-gLnw_4&ust=1652288409885000&source=images&c
- Maigua, S. (2022). Elaboración de un acabado antimicrobiano mediante el proceso de micro encapsulación aplicando aceite de clavo de olor en medias tobilleras lisas de 100% algodón. Recuperado el 16 de mayo de 2022, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/12246/2/04%20IT%20295%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Mamani, V., & Huallpa, J. (2014). ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA Y ANTIBACTERIANA in vitro DEL ACEITE ESENCIAL DE *Eugenia caryophyllata* (CLAVO DE OLOR) FRENTE A *C. albicans*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* y *S. pyogenes*. Recuperado el 17 de mayo de 2022, de
<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/3428/65.1509.FB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martínez, M., Morales, H., Xatruch, C., & Amey, A. (15 de diciembre de 2015). Aceite esencial de clavo de olor, *Syzygium aromaticum*: Análisis de la actividad microbiológica y farmacológica para el posible tratamiento contra la faringoamigdalitis estreptocócica y lesiones causadas por el acné. Recuperado el 28 de mayo de 2022, de <https://revistas.uia.ac.cr/index.php/proveritatem/article/view/17/9>
- Milind, P., & Deepa, K. (23 de enero de 2011). Clove: A champion spice. Recuperado el 12 de julio de 2022, de https://ijrap.net/admin/php/uploads/360_pdf.pdf
- Noguera, B. (15 de septiembre de 2020). Proceso de liofilización: Ventajas y aplicaciones. Recuperado el 17 de mayo de 2022, de
<https://www.ingenieriaquimicareviews.com/2020/09/liofilizacion-proceso-y-ventajas.html>
- Osorio, N., & Yáñez, M. (agosto de 2018). Obtención de un recubrimiento comestible a base de Mucílago de Nopal (*Opuntia* spp.) y Aceite Esencial de Romero (*Rosmarinus officinalis*). Recuperado el 29 de mayo de 2022, de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5445/6/PC-000407.pdf>
- Parzanese, M. (2019). Tecnologías para la industria alimentaria. Recuperado el 17 de mayo de 2022, de Liofilización de alimentos:
<http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/revistas/nota.php?id=209>



BIBLIOGRAFÍA

- Pastrana, Y., Durango, A., & Acevedo, D. (junio de 2017). Efecto antimicrobiano del clavo y la canela sobre patógenos. Recuperado el 04 de febrero de 2022, de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v15n1/v15n1a07.pdf>
- Pérez, M., & Ponce, A. (2013). Manual de prácticas de laboratorio. Recuperado el 17 de mayo de 2022, de Tecnología de Carnes: <http://publicacionescbs.izt.uam.mx/DOCS/carnes.pdf>
- Pumarola, J., Espias, A., & Canalda, C. (1989). Estudio comparativo de la acción antimicrobiana de diversos fondos cavitarios empleados en Odontología conservadora. Recuperado el 20 de mayo de 2022, de <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/67443/1/037840.pdf>
- Ramírez, J. (enero de 2007). Liofilización de alimentos. Recuperado el 17 de mayo de 2022, de https://www.researchgate.net/publication/259620189_Liofilizacion_de_alimentos
- Sánchez, D. (2015). Elaboración de hamburguesas vegetarianas con diferentes productos naturales (avena, lenteja) empacadas al vacío. Recuperado el 19 de mayo de 2022, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10284/1/84T00377.pdf>
- Sarabia, L. (septiembre de 2011). Efecto del uso de Bactoferm™ LHP, Bactoferm™ F-RM-52, Bactoferm™ F-LC y Cultivo lácteo SLB 953 en la elaboración de chorizo madurado. Recuperado el 27 de mayo de 2022, de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3076/1/AL464.pdf>
- Singh, J., Baghotia, A., & Goel, S. (diciembre de 2012). Eugenia caryophyllata Thunberg (Family Myrtaceae): A Review. Recuperado el 15 de julio de 2022, de https://www.researchgate.net/publication/310799727_Eugenia_caryophyllata_Thunberg_Family_Myrtaceae_A_Review
- Solano, L., Alamilla, L., & Jiménez, C. (20 de agosto de 2018). Películas y recubrimientos comestibles funcionalizados. Recuperado el 02 de julio de 2022, de <https://www.scielo.org.mx/pdf/tip/v21s2/2395-8723-tip-21-s2-e20180153.pdf>
- Terrazas, S. D., Roca, M., & Zumbado, H. (septiembre de 2017). Determinación de la vida útil de hamburguesa elaborada con nuez pecana conservada en atmósfera modificada. Recuperado el 25 de julio de 2022, de https://www.researchgate.net/publication/348560063_DETERMINACION_DE_LA_VIDA_UTIL_DE_HAMBURGUESA_ELABORADA_CON_NUEZ_PECANA_CONSERVADA_EN_ATMOSFERA_MODIFICADA
- Zhai, Y., Sun, S., Wang, Z., Zhang, Y., Liu, H., Sun, Y., . . . Yu, A. (18 de marzo de 2011). Headspace single drop microextraction coupled with microwave extraction of essential oil from plant materials. doi:<https://doi.org/10.1002/jssc.201000629>

