

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



MICROENCAPSULADO DE ACEITE ESENCIAL DE PEREJIL
(*Petroselinum crispum*) COMO AGENTE ANTIMICROBIANO EN LA
CONSERVACIÓN DE CARNE DE RES

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

TESISTAS

Bach. CÉSPEDES PÉREZ, Francis Nilo
Bach. CRUZ CORAL, Dail

ASESOR

Dr. NATIVIDAD BARDALES, Ángel David

HUÁNUCO – PERÚ

2019

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedicamos principalmente a Dios por darnos la oportunidad de vivir, bendecirnos, guiarnos y protegernos en cada momento de nuestras vidas.

A nuestros padres, hermanos (as) y amigos por su apoyo, comprensión y confianza.

A nuestros docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, que nos brindaron sus conocimientos y enseñanzas para nuestro desarrollo personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento es a Dios por la vida, darnos salud, fuerza y fe para alcanzar nuestra meta.

A nuestros padres por su apoyo incondicional, en nuestros estudios universitarios y docentes de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, quienes con su apoyo, guía y experiencia nos permiten culminar satisfactoriamente esta etapa de nuestra vida.

A nuestro asesor Dr. Ángel David Natividad Bardales, quien con su experiencia, conocimientos, motivación y sobre todo carisma nos ayudó a la culminación de la presente tesis.

RESUMEN

La población actual está optando ciertos hábitos en cuanto al consumo de alimentos, inclinándose por alternativas naturales de conservación que replacen a los conservantes químicos, motivo por el cual nace el interés de investigación del aceite esencial de perejil, debido a sus componentes bioactivos con propiedades bactericidas, fungicidas y antioxidantes. La investigación tuvo como objetivo microencapsular aceite esencial de perejil (*Petroselinum crispum*) para su uso como agente antimicrobiano en la conservación de carne de res; para lo cual se extrajo el aceite esencial, luego se probó proporciones de material encapsulante entre goma arábica de 80 % hasta 20 % y maltodextrina de 20 % a 80 %, que representa el 33 % de la mezcla final, luego se adicionó 3 % de aceite esencial, finalmente se secó por liofilizado; a T₁; T₂; T₃; T₄; T₅; T₆; y T₇ con eficiencia de encapsulación de 62,17 ± 2,56 %; 68,15 ± 1,01 %; 67,50 ± 0,65 %; 70,16 ± 1,66 %; 72,09 ± 2,14 %; 74,02 ± 1,92 % y 75,37 ± 1,51 % respectivamente; por otro lado se eligió según la eficiencia de encapsulación el mejor tratamiento (T₇), microcápsula que se aplicó para evaluar la influencia sobre la inhibición microbiana, características fisicoquímicas y sensoriales en la carne de res, considerando tres tratamientos MC_{1:0,5 g}; MC_{2:1,0 g} y MC_{3:1,5 g}; por días de evaluación (0, 3, 6, 9 y 12), concluyendo, que la microencapsulación a mayor contenido de maltodextrina, mejora la eficiencia de encapsulación, y para terminar muestra efecto inhibitorio en MC_{1:0,5 g}; MC_{2:1,0 g} y MC_{3:1,5 g}; proporcionalmente a su cantidad, mostrando una duración en el tiempo de 9, 12 y 12, respectivamente. Asimismo el MC_{2:1,0 g} muestra mejores características físicas químicas y en cuanto a las características sensoriales el mejor tratamiento fue determinado según el atributo sabor a MC_{1:0,5 g}.

Palabras claves: Liofilización, Microcápsulas, emulsión, maltodextrina y goma arábica.

SUMMARY

The current population is opting for habits in terms of food consumption, leaning towards natural conservation alternatives that replace chemical preservatives, which is why the research interest of parsley essential oil is born, due to its bioactive components with properties bactericides, fungicides and antioxidants. The research was aimed to obtain a microencapsulated essential oil of parsley (*Petroselinum crispum*) for use as an antimicrobial agent in the conservation of beef; for which the essential oil was extracted, then proportions of encapsulating material between 80 % to 20 % gum arabic and 20 % to 80 % maltodextrin, which represents 33 % of the final mixture, were then tested, then 3% of essential oil was added and finally it was dried by lyophilization to T₁; T₂; T₃; T₄; T₅; T₆ and T₇ with a encapsulation efficiency of 62,17 ± 2,56 %; 68,15 ± 1,01 %; 67,50 ± 0,65 %; 70,16 ± 1,66 %; 72,09 ± 2,14 %; 74,02 ± 1,92 % and 75,37 ± 1,51 % respectively; on the other hand, the best treatment was chosen according to encapsulation efficiency (T₇), microcapsule that was applied to evaluate the influence on microbial inhibition, physicochemical and sensory characteristics in beef, considering three treatments MC₁:0,5 g; MC₂:1,0 g and MC₃: 1,5 g; for evaluation days (0, 3, 6, 9 and 12), concluding that microencapsulation with a higher content of maltodextrin improves encapsulation efficiency, and finally shows an inhibitory effect in MC₁: 0,5 g; MC₂: 1,0 g and MC₃: 1,5 g; proportionally to its quantity, showing a duration in time of 9, 12 and 12, respectively. Likewise, MC₂: 1,0 g shows better physicochemical characteristics and in terms of sensory characteristics the best treatment was determined according to the flavor attribute to MC₁:0,5 g.

Keywords: *Lyophilization, microcapsules, emulsion, maltodextrin and gum arabic.*

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Fundamento teórico	3
2.1.1. El perejil	3
2.1.2. Carne	5
2.1.3. Aceites esenciales	9
2.1.4. Aceite esencial de perejil	14
2.1.5. Microencapsulación	16
2.1.6. Materiales usados en la microencapsulación	22
2.2. Antecedentes	25
2.3. Hipótesis	29
2.4. Variables y operacionalización de variables	30
III. MATERIALES Y MÉTODOS	33
3.1. Tipo y nivel de investigación	33
3.2. Lugar de ejecución	33
3.3. Población, muestra y unidad de análisis	34
3.4. Tratamiento en estudios	34
3.5. Prueba de hipótesis	36
3.5.1. Diseño de la investigación	37
3.5.2. Datos a registrar	37
3.6. Materiales y equipos	39
3.7. Conducción de la investigación	40
3.7.1. Proceso de secado de las hojas de perejil (<i>Petroselinum crispum</i>) y extracción de aceite esencial.	41
3.7.2. Estudio del efecto antimicrobiano de aceite esencial de perejil extraído mediante pruebas de sensibilidad	43

3.7.3. Estudio del proceso de microencapsulado por liofilización	45
3.7.4. Evaluación de la influencia de las microcápsulas en la carne de res	48
3.7.4.1. En las características fisicoquímicas de la carne.	48
3.7.4.2. En las características sensoriales	49
3.7.4.3. En la inhibición microbiana de la carne de res	49
IV. RESULTADOS	52
4.1. Proceso de secado de las hojas de perejil (<i>Petroselinum crispum</i>) y extracción de aceite esencial.	52
4.2. Estudio del efecto antimicrobiano de aceite esencial de perejil extraído	53
4.3. Estudio del proceso de microencapsulado por liofilización	56
4.4. Evaluación de la influencia de las microcápsulas en la carne de res	63
4.4.1. En las características físico químicas	63
4.4.2. En las características sensoriales	70
4.4.3. En la inhibición microbiana de la carne	71
V. DISCUSIÓN	73
5.1. Del proceso de secado de hojas y extracción del aceite esencial de perejil	73
5.2. Del efecto antimicrobiano del aceite esencial de perejil extraído	73
5.3. Del proceso de microencapsulación	74
5.4. De la influencia de las microcápsulas en la carne de res	76
5.4.1. En las características fisicoquímicas	76
5.4.2. En las características sensoriales	78
5.4.3. De la inhibición microbiana de la carne	78
VI. CONCLUSIONES	80
VII. RECOMENDACIONES	81
VIII. LITERATURA CITADA	82
IX. ANEXOS	92

LISTA DE ABREVIATURAS

- MC : Microcápsulas
- MD : Maltodextrina
- GA : Goma arábica
- EE : Eficiencia de encapsulación
- M : Mezclas
- DE : Contenido de dextrosa equivalente
- CMI : Concentración mínima inhibitoria.
- MCB : Concentración mínima bacteriana
- CIE : Comisión Internacional d'Eclairage
- CRA : Capacidad de retención de agua.
- AE : Aceite esencial
- AESM: Aceite esencial sin microencapsular
- AEM : Aceite esencial microencapsulado
- MC : Microcápsula
- ± SD : Desviación estándar

I. INTRODUCCIÓN

El perejil es una hierba aromática de la familia *Apiacea*, que en la actualidad se cultiva por todo el mundo debido a que es utilizado ampliamente como condimento en diferentes tipos de carnes, salsas, salchichas, alimentos enlatados y como sazonador; por sus propiedades diuréticas, antioxidantes, anticancerígenas y antimicrobianas. Por otro parte actualmente los aceites esenciales están tomando popularidad a nivel mundial, gracias a la complejidad e importancia de sus compuestos, pero una de sus desventajas es de contener compuestos volátiles y ser sensibles a la luz. Asimismo, en la actualidad el uso de conservantes es una práctica común en la industria de los alimentos, Nychas (1995) menciona que los conservantes sintéticos han sido utilizados por muchos años, donde los nitritos y nitratos son incluidos para hacer el curado de la carne, he ahí la necesidad de buscar compuestos naturales que sirvan como conservantes, en la que se encuentran las especias y sus aceites esenciales, que están prácticamente en todas las plantas; son muy numerosas y están ampliamente distribuidos en las distintas partes de la planta: raíces, tallos, hojas, flores y frutos. Los aceites esenciales son extraídos por métodos físicos o químicos, como la destilación, la refrigeración, la centrifugación y entre otros procedimientos; y estos a su vez son mezclas heterogéneas de terpenos, sesquiterpenos, ácidos, ésteres, fenoles, lactonas; Vasquez *et al.* (2001), que presentan la propiedad de inhibir el crecimiento microbiano, actuando como agentes bacteriostáticos o anti fúngicos.

Por otro parte los aceites esenciales retrasan o inhiben la oxidación de aceites y lípidos, considerándose así como buenos antioxidantes Hirasa y Takemasa (2002), también son responsables del aroma y el sabor de las especias destiladas por arrastre de vapor, en seco, a vacío u obtenidas por presión en frío Farrel (1985), y, además el uso de los aceites esenciales de especias y condimentos en la industria alimentaria y farmacéutica está cada vez más extendido, debido en parte a la uniformidad del aroma y actividad antimicrobiana, cuando son comparados entre si Vásquez *et al.* (2001). El consumo en la industria es muy variada, siendo utilizados como aromatizantes, ambientadores,

elaboración de jabones, shampoo, licores, cremas, desodorantes y para artículos de limpieza.

Por lo anterior, en este trabajo de investigación conocerán el procedimiento de microencapsulación del aceite esencial de perejil por el método de secado por liofilizado, cuya finalidad es lograr mantener protegido y una liberación lenta de los compuestos (miristicina, apiol y entre otros), del aceite esencial de perejil (*Petroselinum crispum*), que causan efecto antimicrobiano en microorganismos patógenos alterantes de alimentos; la cual se justifica por la exigencia de los consumidores que desean productos de calidad con mayor capacidad de conservación y sanidad; además la eliminación de aditivos químicos y la sustitución por conservantes naturales, con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre el uso de aceites esencial en la conservación de alimentos, cuyos resultados de la presente investigación podrá sistematizarse e incorporarse como conocimiento en la ciencia de alimentos, ya que se estaría demostrando que el uso de concentraciones de perejil microencapsulado por liofilización prolongaría la vida útil de la carne de res.

Objetivo general:

- Microencapsular aceite esencial de perejil (*Petroselinum crispum*) para su uso como agente antimicrobiano en la conservación de carne de res.

Objetivos específicos:

- Microencapsular el aceite esencial de perejil (*Petroselinum crispum*) mediante secado por liofilización.
- Evaluar la influencia del microencapsulado sobre la inhibición microbiana, características fisicoquímicas y sensoriales en la carne de res.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamento teórico

2.1.1. El perejil

El perejil es una hierba aromática de la familia Apiaceae, nativo del mediterráneo, pero que en la actualidad se cultiva todo el mundo. Presenta diferentes e importantes componentes químicos, tales como flavonoides, apiol, fitol, aceites esenciales, camarinas y ácido petroselínico, entre otros; estos compuestos le otorgan al perejil propiedades antioxidantes, anticancerígenas y antienviejamiento, así como la capacidad para la disminución de riesgo en enfermedades cardiovasculares; sin embargo, se contraindica el consumo excesivo en mujeres embarazadas debido a su contenido en apiol y mirística, los cuales podrían predisponer al aborto. Actualmente el perejil es utilizado ampliamente como condimento en diferentes tipos de alimentos y como ingrediente activo en la industria farmacológica (Tlatemoani, 2012).

A continuación en la Tabla 1 se detalla la familia, el suelo, cultivo y partes que se utilizan para la extracción de aceite esencial.

Tabla 1. Descripción del perejil (*Petroselinum crispum*)

Perejil (<i>Petroselinum crispum</i>)
Familia
Umbelíferas
Suelo
Ligero, medianamente rico en materia orgánica, bien provisto de calcio y bien drenado, pH 6 a 8.
Cultivo
Emplazamiento soleado, o ligeramente sombreado. También se cultiva muy bien en maceta con lo que podemos disponer de perejil fresco todo el año.
Partes que se utilizan
Hojas, aceite esencial

Fuente: Mendiola y Martín (2009).

2.1.2. Descripción botánica

Planta herbácea bianual, de hasta 1 m de altura, aromática, raíz larga, cónica, blanca u ocre. En su primer año forma una roseta terrestre de hojas verde oscuras, brillantes; compuesta, divididas hasta tres veces. Durante su segundo año produce un tallo ramificado de hojas alternas que termina en umbelas de flores verde amarillosas, fruto diaquenio, oval (Fonnegra y Jiménez, 2007).

2.1.1.2. Cultivo

Se propaga por semilla; algunas veces se cultiva en un tiesto, matera o maceta, situado en un lugar cálido, cerca de una ventana (Fonnegra y Jiménez, 2007).

2.1.1.3. Clasificación taxonómica del perejil

A continuación, Cecchini (1978) nos muestra la clasificación taxonómica del perejil.

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Embryobiontas</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Apiales</i>
Familia	<i>Apiaceae</i>
Subfamilia	<i>Apioideae</i>
Genero	<i>Petroselinum</i>
Especie	<i>P.Crispum, P.sativum</i>

2.1.1.4. Composición química

Fonnegra y Jiménez (2007) nos indican que la raíz contiene flavonoides (apiína), poliacetilenos (falcarinol), aceite esencial (0,3 a 0,7 %) con apiol, miristicina y beta-felandreno, furocumarinas (begapteno, oxipeucedanina, isoimperatorina).

2.1.1.5. Recolección y secado

El secado a una temperatura no mayor de 40 °C de los frutos y las raíces, previamente limpiadas y cortadas longitudinalmente. Las raíces se deben recolectar jóvenes; antes de que se lignifiquen (Fonnegra y Jiménez, 2007).

La composición que presenta el perejil sin tallo se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. *Composición del perejil sin tallo en 100 g de alimento*

Nombre del alimento	Perejil sin tallo
Energía(Kcal)	56
Energía(kJ)	234
Agua(g)	82,0
Proteínas(g)	4,8
Grasa total	0,7
Carbohidratos totales(g)	9,9
Carbohidratos disponibles(g)	6,6
Fibra cruda (g)	1,6
Fibra dietaria (g)	3,3
Cenizas (g)	2,6

Fuente: CENAM (2009)

2.1.2. Carne

2.1.2.1. Definición de la carne

Según Dorado (2011), la carne es el conjunto de músculos esqueléticos de los animales de abasto que se emplean como alimento junto con el correspondiente tejido conjuntivo, vasos, nervios y tejido graso. De tal forma que, cuando hablamos de carne nos referimos a las partes comestibles de los animales de abasto, incluida la sangre.

2.1.2.2. Características fisicoquímicas

Hernández y Sastre (1999) mencionan que la carne está constituida mayoritariamente por agua (65 - 80 %), proteínas (16 - 22 %) aunque también posee pequeñas cantidades de otras sustancias como las nitrogenadas no proteicas (aminoácidos libres, péptidos, nucleótidos, creatinas, etc.), carbohidratos, ácido láctico, minerales, vitaminas, etc. La composición de la carne depende de la especie y, dentro de la misma especie, puede variar ampliamente dependiendo de diversos factores como edad, sexo, alimentación y zona anatómica estudiada. También Belitz y Grosch (1998) citado por Hernández y Sastre (1999) nos muestra en la Tabla 3 las diferencias que

presentan en cuanto la composición química de la carne en función a la especie y a la región anatómica.

Tabla 3. *Composición química aproximada de la carne (%)*

Animal	Pieza	Agua	Proteína	Grasa	Cenizas
Cerdo	Paleta	74,9	19,5	4,7	1,1
	Solomillo	75,3	21,1	2,4	1,2
	Chuleta*	54,5	15,2	29,4	0,8
	Jamón	75,0	20,2	3,6	1,1
	Panceta	40,0	11,2	48,2	0,6
Vacuno	Pierna	76,4	21,8	0,7	1,2
	Lomo*	74,6	22,0	2,2	1,2
Pollo	Muslo	73,3	20,0	5,5	1,2
	Pechuga	74,4	23,3	1,2	1,1

*Con tejido adiposo adyacente.

Fuente: Belitz y Grosch (1998)

2.1.2.3. Parámetros de calidad de la carne

a) pH

La calidad de la carne puede verse alterada si los animales han estado sometidos a situaciones de estrés antes del sacrificio, durante el transporte al matadero y la operación conexas al mismo (carga y descarga), también influye la alimentación y la presencia de enfermedades o patologías. Si se respeta el bienestar animal, los niveles de glucógeno en los músculos serán altos y se producirá gran cantidad de ácido láctico, el cual, determinará el pH de la carne. Esto es importante, ya que el pH es un indicador de la calidad de la carne, de esta forma, el pH ideal a las 24 horas de sacrificio, debe estar entre 5,6 y 6,2 una desviación en estos valores indicara que el animal ha estado estresado, enfermo o lesionado antes del sacrificio (Dorado, 2011).

b) Acidez de la carne

La energía requerida para la actividad muscular en un animal vivo se obtiene de los azúcares (glucógeno) presentes en el músculo. En un animal sano y descansado, el nivel de glucógeno de sus músculos es alto. Una vez sacrificado

el animal, este glucógeno se convierte en ácido láctico y el músculo y la canal se vuelven rígidos (rigor mortis). Este ácido láctico es necesario para producir carne tierna, y de buen sabor, calidad y color. El ácido láctico en el músculo tiene el efecto de retardar el desarrollo de bacterias que contaminan la canal durante el sacrificio y el faenado. Estas bacterias deterioran la carne durante su almacenamiento, especialmente en ambientes cálidos y la carne desarrolla olores desagradables, cambios de color y rancidez. (FAO, 2001).

c) Capacidad de retención de agua (CRA)

La capacidad de retención de agua se puede definir como la aptitud de la carne para mantener ligada su propia agua, incluso bajo la influencia de fuerzas externas (presión, calor, etc.), o también como la aptitud para fijar agua añadida (Swatland, 1991).

Muchas de las propiedades sensoriales de la carne como son el color, la textura y la firmeza, están relacionadas con la cantidad de agua que se tiene contenida o retenida en la carne. Nutricionalmente, una baja CRA resulta en pérdidas importantes de agua, que acarrean, proteínas, minerales y vitaminas hidrosolubles. La CRA es influenciada (hasta cierto punto) por el pH del músculo, mientras más alejado este el pH del punto isoeléctrico de las proteínas del músculo, más agua se retendrá. Por ejemplo, en valores superiores a 5,8 de pH, se favorece la capacidad de las proteínas para ligar las moléculas de agua. Además del pH, otros factores que afectan la CRA, son la especie de que proviene la carne, el tipo de fibra, la estabilidad oxidativa de sus membranas, el proceso de maduración, y de ser el caso, el sistema utilizado para congelar y descongelar las carnes (Braña *et al.*, 2011). Asimismo la capacidad de retención de agua probablemente esté relacionada con los cationes comunes en el tejido muscular como (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+}) los que mantienen la presión osmótica y balance de electrólitos, durante la maduración *post mortem* y la relación ión-proteína (aumento neto de carga por absorción de potasio y liberación de calcio). La carne es una fuente pobre en Ca^{2+} . El 1 % existente sirve en funciones como estar ligada a la calmodulina regulando la contracción del musculo esquelético mediante su control de la bomba de Ca^{2+} del RS y en el músculo liso por medio de su acción sobre la quinasa ligera de la miosina (Merkel, 1986).

d) Color

El color de la carne fresca es el principal atributo que influye en la decisión de compra dado que el consumidor asocia el color con el grado de frescura y calidad Brewer *et al.* (2002). CIElab es una norma internacional para la medición del color, adoptado por la Comisión Internacional d'Eclairage (CIE) en 1976 y es el sistema de representación de medición de color de los alimentos más adecuado en la actualidad. Este sistema emplea coordenadas tricromáticas donde L^* es el componente de luminosidad y va desde blanco al negro, a^* va desde verde a rojo y b^* va de azul hasta amarillo, de manera que a partir de relaciones entre ellas se pueden obtener las coordenadas colorimétricas, la intensidad de color o saturación y el tono Girolami *et al.* (2013). La mioglobina es el pigmento responsable del color rojo en la carne fresca y sirve como depósito o transportador de oxígeno en el músculo vivo (Bandman, 1994).

2.1.2.5. Situación de la carne después del sacrificio

Según Dorado (2011), después de la muerte del animal podemos distinguir 3 fases:

- a) Fase de prerrigor.
- b) Fase del rigor mortis.
- c) Fase de resolución del rigor.

a) Fase de prerrigor

Tras el sacrificio del animal cesa la circulación sanguínea lo que conlleva a la disminución del aporte de oxígeno a los tejidos, aunque existe cierta concentración del oxígeno residual en el músculo. También hay concentraciones altas de creatín fosfato y de glucógeno, dos precursores de la molécula de ATP, (que aporta energía al músculo para que provoque la contracción muscular). Al haber ATP, el músculo presenta cierta elasticidad y flexibilidad. Pero la vía de síntesis de ATP es anaerobia (en ausencia de oxígeno) lo cual implica que se produzca ácido láctico que se acumula a nivel muscular. El pH disminuido debido al aumento del ácido láctico estimula que se sintetice ATP a partir de ADP.

b) Fase de rigor mortis

Las concentraciones de ATP bajan rápidamente en el músculo produciéndose una relajación de los mismos, pero al cabo de un tiempo se inicia un lento proceso de contracción muscular dando lugar a la rigidez cadavérica. Los factores que afectan a la aparición de la rigidez cadavérica se clasifican en internos y externos:

- Factores internos:
 - Contenido de glucógeno.
 - Contenido de creatín fostato
- Factores externos:
 - Temperatura: El enfriamiento produce un retardo en los procesos postmorten.

Resaltando que la rigidez cadavérica se observa primero en el corazón, después en el diafragma, cuello, mandíbula, lengua, cabeza, extremidades y, por último, en el tronco de los animales.

c) Fase de resolución del rigor

En esta fase la carne se ablanda. A partir de este momento, ya se puede hablar de carne propiamente dicha, desde el punto de vista del consumo.

2.1.3. Aceites esenciales

2.1.3.1. Generalidades del aceite esencial

Según Ortuño (2006), los aceites esenciales son mezclas de sustancias obtenidas de plantas, que presenta como características principales su compleja composición química y su carácter fuertemente aromático (refiriéndose al termino aroma y no al concepto químico de aromaticidad). De los millones de plantas existentes en nuestro planeta, se conocen alrededor de 4000 aceites esenciales distintos .Por otro lado Martínez (2003) define que los aceites esenciales son las fracciones liquidas volátiles, generalmente destilables por arrastre con vapor de agua, que contienen las sustancias responsables de la roma de las plantas y que son importantes en la industria cosmética (perfumes y

aromatizantes), de alimentos (condimentos y saborizantes) y farmacéutica (saborizantes). También afirma que los aceites esenciales generalmente son mezclas complejas de hasta 100 componentes que pueden ser: compuestos alifáticos de bajo peso molecular (alcanos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres y ácidos), monoterpenos, sesquiterpenos y fenilpropanos.

La mayoría de plantas contienen de 0,01 a 10 % de contenido de aceite esencial. La cantidad media que se encuentra en la mayoría de las plantas aromáticas es alrededor de 1 a 2 %. Regularmente el contenido de aceites esenciales aumenta después de la lluvia y alrededor del mediodía, cuando se ha eliminado el agua de rocío depositada sobre la planta, y ha comenzado una deshidratación antes de la humedad relativa alta de la noche; la excepción a este comportamiento se presenta en la manzanilla que alcanza una mayor concentración de aceite esencial durante la noche (SENA, 2012).

La densidad de los aceites esenciales suele ser inferior a la del agua, salvo los de canela, clavo de olor y sasafrás, con una densidad superior a la unidad. Los contenidos en aceite esencial no suelen superar el 1 % en la mayoría de los casos. Una excepción la constituye el clavo de olor (botón floral de *Eugenia caryophyllus*) cuyo contenido puede superar al 15 % (Arning y Velásquez, 2000).

Por otro lado según Fontenla (2006), el índice de refracción oscila generalmente entre 1,43 y 1,62 a temperaturas alrededor de 20 °C siendo además este un parámetro que permite revelar la presencia de sustancias extrañas.

A continuación, en la Tabla 4, se presenta un cuadro elaborado en base a información proporcionada por Domínguez (1973).

Tabla 4. *Relación densidad vs. Índice de refracción en aceites esenciales*

Densidad (g/mL)	Índice de refracción	Posibles componentes presentes
Menor a 0,9	Menor a 1,47	Alto porcentaje de hidrocarburos terpénicos o compuestos alifáticos
Mayor a 0,9	Menor a 1,47	Compuestos oxigenados alifáticos
Menor a 0,9	Mayor a 1,47	Hidrocarburos aromáticos
Mayor a 0,9	Mayor a 1,47	Compuestos oxigenados aromáticos o alicíclicos

Fuente: Domínguez (1973).

2.1.3.2. Extracción química y aislamiento

Según Martínez (2003) los aceites esenciales se pueden extraer de las muestras vegetales mediante varios métodos como son:

a) Expresión: En este método material vegetal es exprimido para liberar el aceite y este es recolectado y filtrado. Este método es utilizado para el caso de las esencias de cítricos.

b). Destilación por arrastre con vapor de agua: La muestra vegetal generalmente fresca y cortada en trozos pequeños, es encerrada en una cámara inerte y sometida a una corriente de vapor de agua sobrecalentado, la esencia así arrastrada es posteriormente condensada, recolectada y separada de la fracción acuosa. Esta técnica es muy utilizada especialmente para esencias fluidas, especialmente las utilizadas para perfumería. Se utiliza a nivel industrial debido a su alto rendimiento, la pureza del aceite obtenido y porque no requiere tecnología sofisticada.

c) Extracción con solventes volátiles: Aquí la muestra seca y molida se pone en contacto con solventes tales como alcohol, cloroformo, etc. Estos solventes solubilizan la esencia, pero también solubilizan y extraen otras sustancias tales como grasas y ceras, obteniéndose al final una esencia impura. Se utiliza a escala de laboratorio pues a nivel industrial resulta costoso por el valor comercial de los solventes, porque se obtienen esencias impurificadas con otras sustancias, y además por el riesgo de explosión e incendio característicos de muchos solventes orgánicos volátiles.

d) Enflorado o enfleurage: En este método el material vegetal (generalmente flores) es puesto en contacto con un aceite vegetal. La esencia es solubilizada en el aceite vegetal que actúa como vehículo extractor. Se obtiene inicialmente una mezcla de aceite esencial y aceite vegetal la cual es separada posteriormente por otro medio fisicoquímico. Esta técnica es empleada para la obtención de esencias florales (rosa, jazmín, azahar, etc.), pero su bajo rendimiento y la difícil separación del aceite extractor la hacen costosa.

e) Extracción con fluidos supercríticos: Es de desarrollo más reciente. El material vegetal cortado en trozos pequeños, licuado o molido, se empaca en

una cámara de acero inoxidable y se hace circular a través de la muestra un líquido supercrítico (por ejemplo, bióxido de carbono líquido), las esencias son así solubilizadas y arrastradas y el líquido supercrítico que actúa como solvente extractor y se elimina por descompresión progresiva hasta alcanzar la presión y temperatura ambiente, y finalmente se obtiene una esencia pura. Aunque presenta varias ventajas como rendimiento alto, es ecológicamente compatible, el solvente se elimina fácilmente e inclusive se puede reciclar, y las bajas temperaturas utilizadas para la extracción no cambian químicamente los componentes de la esencia, sin embargo, el equipo requerido es relativamente costoso, ya que se requieren bombas de alta presión y sistemas de extracción también resistentes a las altas presiones.

2.1.3.3. Composición química

Ortuño (2006) afirma que un aceite esencial está constituido por centenares de sustancias distintas. Generalmente, aunque hay excepciones, los componentes mayoritarios son hidrocarburos terpénicos (sin aroma o con poca contribución al aroma global) y los minoritarios son los responsables del aroma característico del aceite esencial y quedan englobados en distintas familias químicas.

Hidrocarburos terpénicos: Terpenos y terpenoides.

Aldehídos : Aldehído benzoico, aldehído cinámico, butanal, propanal

Ácidos : Acético, palmítico.

Alcoholes : Linalol, geraniol, mentol

Fenoles : Anetol, eugenol

Ésteres : Acetato de alinalilo, acetato de geraniol

Cetonas : Tuyona

Otros : Ésteres, derivados nitrogenados, sulfuros, tioéteres, tioésteres.

2.1.3.5. Modo de acción de los aceites esenciales

Según Skandamis y Nychas (2001), citado por García y Palou (2008) afirma que considerando el gran número de diferentes grupos de compuestos químicos presente en los aceites esenciales, es importante decir que su actividad antimicrobiana no se atribuye a un mecanismo específico; sin embargo, existen algunos sitios de acción en la célula en donde pueden ocurrir los siguientes

efectos: daño a la membrana citoplasmática, degradación de pared celular, daño a las proteínas, filtración del contenido celular, coagulación del citoplasma y disminución de la fuerza motriz.

Según Oosterhaven *et al.* (1995) citado por García y Palou (2008), una característica importante de los componentes de los aceites esenciales es su hidrofobicidad, la cual permite la separación de los lípidos de la membrana celular y la mitocondria, desordenando la estructura y haciéndola más permeable, lo que permite la filtración de iones y otros contenidos celulares.

La estructura química de los componentes individuales de los aceites esenciales afecta su modo preciso de acción y su actividad antimicrobiana. La importancia de la presencia de los grupos hidroxilo en los compuestos fenólicos ha sido confirmada (Dorman y Deans, 2000). Hay estudios que demuestran los efectos antimicrobianos que ejercen los compuestos aromáticos sobre la membrana citoplasmática, alterando su estructura y por consiguiente su función (García y Palou, 2008).

a. Pruebas de sensibilidad.

- **Método base de dilución en caldo.**- Este método consiste en hacer diluciones dobles y progresivas del antibacteriano a emplear. Cuando se siembra una cantidad fija de bacterias, en tubos con medio líquido y con diluciones progresivas de antibacteriano, se observa que, en aquellos donde se desarrolla la bacteria aparece turbidez.

Cuando el antibacteriano inhibe el crecimiento aparece una aclaración de toda la masa líquida del medio de cultivo y se puede determinar la concentración mínima inhibitoria (CMI) realizando resiembras en medio sólido, con intervalos pequeños de tiempo se puede construir la curva de crecimiento bacteriano para cada concentración. A medida que la concentración del antibacteriano aumenta se observa una lentitud cada vez más marcada de la multiplicación bacteriana, hasta llegar a una concentración de antibacteriano, en la que no existe modificación del número de bacterias (efecto bacteriostático). En los tubos siguientes en los que la concentración de antibacteriano es cada vez mayor, va disminuyendo el

número de bacterias y puede alcanzarse una esterilización total (efecto bactericida).

- **Método de Difusión en Agar.**- Se prueba la eficacia de los antibacterianos a partir de una siembra en superficie sobre un medio sólido de una suspensión bacteriana, y a continuación se pueden depositar sobre ella discos de papel de filtro (5 o 6 mm de diámetro) impregnado de antibacteriano o se pueden realizar sacabocados de aproximadamente 5 o 6 mm de diámetro, y en estos orificios agregar una cantidad de aceite esencial de concentración conocida. El antibacteriano se difunde en el agar húmedo y se crea así concentraciones progresivamente decrecientes a partir del disco. En aquella zona donde la concentración del antibacteriano es capaz de impedir el crecimiento de la bacteria, aparece un halo de inhibición.

2.1.4. Aceite esencial de perejil

Farzaei (2013) indica que las semillas de *Petroselinum crispum* producen una gran cantidad de aceite esencial. La raíz y la hoja también poseen el aceite esencial. Miristicina y apiol son los dos componentes principales de aceite esencial de *Petroselinum crispum* que son responsables de su actividad antioxidante. α -pineno, sabineno, β -pineno, ρ -cimeno, limoneno, β -felandreno, γ -terpineno, miristicina, elemicina, 1-alil-2,3,4,5-tetrametoxi-benceno, carotol, eugenol y apiol fueron identificados en el aceite esencial de semilla de *Petroselinum crispum*. El aceite esencial de hoja contiene β -elemeno, β -cariofileno, fenilacetaldehído, γ -elemeno, α -terpineol, α -pineno, α -thjeno, tolueno, canfeno, hexanal, β -pineno, sabinene, 3-carene, m- y / o ρ -xileno, mirceno, α -felandreno, β -felandreno, α -terpineno, limoneno, 2-pentilfurano, cis- β -ocimeno, γ -terpineno, trans- β -ocimeno, ρ -cimeno, α -terpinoleno, ρ -1,3,8-menthatrieno, cis-Hex-3-en-1-ol, 4-isopropenil-1-metilbenceno, α -cubebeno, benzaldehído, α -copaeno, criptona, β -bisaboleno, α -elemeno, 2-(ρ -Tolil) propan-2-ol, δ -cadinol y elemicina. Análisis del aceite volátil de la planta de *Petroselinum crispum*, callos y el cultivo celular mostró que los monoterpenos eran el constituyente principal. El ρ -1,3,8-menthatrieno fue un compuesto muy abundante entre los monoterpenos seguido del β -felandreno y el apiol. Además, se encontraron aldehídos (nonanal y decanal) y también ácidos grasos (libres y unidos) en el aceite volátil.

Vivanco (2012) reportó los siguientes resultados del perejil (Tabla 5) sobre la composición química cualitativa determinada por Cromatografía de Gases / Espectrometría de Masas (CG/EM).

Tabla 5. *Composición química del aceite esencial de *Petroselinum crispum* (Mill) Nyman ex A.W. Hill.*

Compuestos químicos	Tiempo de retención (Min)
1R- α -pineno	2,76
β -pineno	3,26
β -felandreno	3,67
styrene,p, α -dimethyl	4,14
(E)-2-careen-4-ol	5,76
1,3-benzodioxole,4-methoxy-6-(2-propenyl)-	7,40
1,3-benzodioxole,4,7-dimethoxy-5-(2-propenyl)-	8,42

Fuente: Vivanco (2012)

Por otro lado Pineda *et. al.* (2018), en la Tabla 6 nos muestra la composición química del aceite esencial de perejil, donde se observa que el componente de mayor abundancia es dill-apiole (43,2 %), seguido de la Myristicin (30,8 %).

Tabla 6. *Abundancia relativa (%) de compuestos principales obtenidos por GC-MS a partir de aceite esencial de *P. crispum**

TR (min)	Componente	%RA	Fragmento (m/z)
8.08	D-Limonene	0,7	68(100), 93(59), 67(45), 79(23), 94(23), 136(23)
8.30	β -Phellandrene	1,6	93(100), 77(27), 91(25), 136(18), 79(17), 94(15)
8.53	p-Cymene	4,4	117(100), 132(81), 115(63), 91(54), 92(23), 65(23)
10.75	1,3,8-p-Menthatriene	0,8	119(100), 91(74), 134(66), 41(30), 39(27), 105(21)
12.87	β -Phenylethanol	0,7	91(100), 92(56), 65(23), 122(22), 39(12), 51(9)
13.36	Geranial	0,6	69(100), 41(46), 84(29), 94(17), 83(14), 67(12)
14.81	Melilotal	3,8	119(100), 91(64), 134(37), 65(14), 120(10), 39(8)
17.24	Safrole	3,0	162(100), 104(39), 131(36), 103(35), 77(27), 161(26)
18.68	β -Caryophyllene	1,1	41(100), 69(98), 93(94), 133(65), 79(61), 91(55)
22.03	Ledol	2,8	43(100), 41(61), 69(53), 109(50), 81(34), 55(34)
24.72	Myristicin or sarisan	30,8	192(100), 91(24), 165(22), 119(16), 65(15), 39(14)
29.41	Parsley- or dill-apiole	43,2	222(100), 207(24), 149(16), 177(16), 223(14), 195(11)

Fuente: Pineda *et. al.* (2018).

2.1.5. Microencapsulación

Según Parra (2010), la microencapsulación es definida como una tecnología de empaquetamiento de materiales sólidos, líquidos o gaseosos. Las microcápsulas selladas pueden liberar sus contenidos a velocidades controladas bajo condiciones específicas, y pueden proteger el producto encapsulado de la luz y el oxígeno. La microencapsulación consiste en macropartículas conformadas por una membrana polimérica porosa contenedora de una sustancia activa. El material o mezclas de materiales ha encapsular puede ser cubierto o atrapado dentro de otro material o sistema. Una microcápsula consiste de una membrana semi-permeable, esférica, delgada y fuerte alrededor de un centro solido/liquido. Los materiales que se utilizan para el encapsulamiento pueden ser gelatina, grasas, aceites, goma arábica, alginato de calcio, ceras, almidón de trigo, maíz, arroz, papa, nylon, ciclodextrina, maltodextrina, caseinato de sodio, proteína de lactosuero o proteína de soya. Las aplicaciones de la microencapsulacion se dirigen a la industria, se da a la industria textil, metalúrgica, química, alimenticia, cosméticos, farmacéutica y medicina.

Las sustancias que se microencapsulan pueden ser vitaminas, minerales, colorantes, prebióticos, sabores nutraceuticos, antioxidantes, olores, aceites, enzimas, bacterias, perfumes, drogas e incluso fertilizantes.

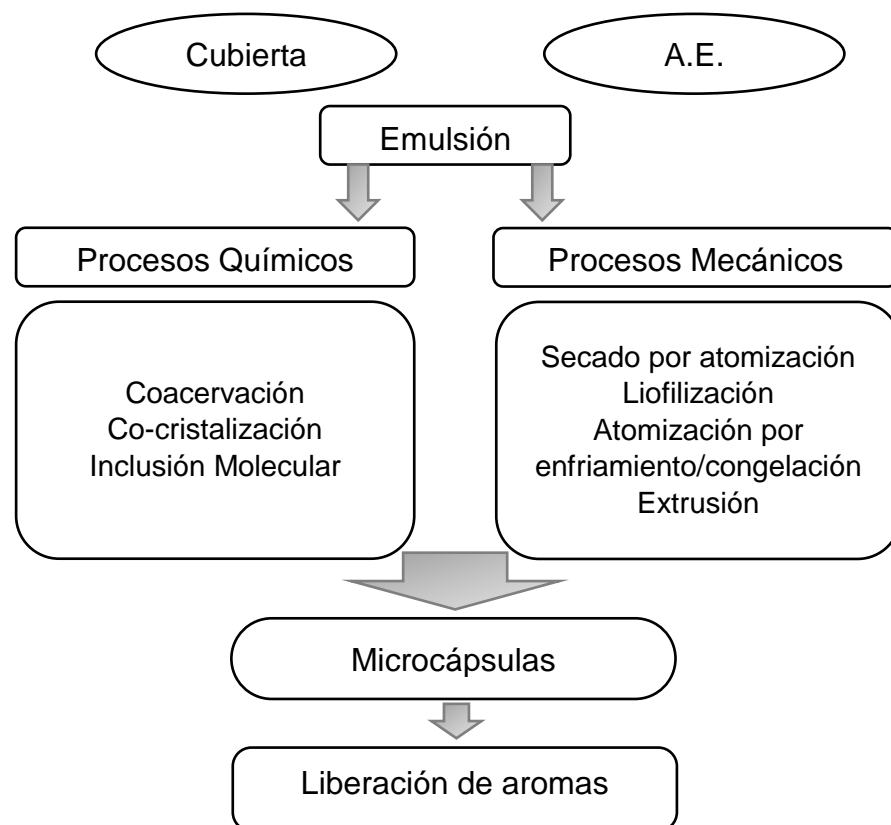
2.1.5.1. Técnicas de encapsulación

Las técnicas de encapsulación continúan emergiendo y muchas compañías lanzan nuevos productos derivados de sus tecnologías patentadas. La encapsulación de aromas se lleva a cabo por una gran variedad de métodos, siendo los dos procesos más importantes el secado por atomización y la extrusión (Beristain *et al.* 1996 y Goubet *et al.* 1998). La Figura 1 resume los diferentes procesos de microencapsulación.

a) Secado por atomización

El método de encapsulación de secado por atomización (spray drying) es muy utilizado en la encapsulación de aromas y volátiles por Deis (1997). Este proceso permite el uso de una amplia gama de materiales para encapsular, da una buena estabilidad al producto acabado y presenta buen rendimiento del proceso de modo continuo Reineccius (1989). El proceso conlleva la dispersión de la

sustancia a encapsular en el agente encapsulante, seguido de una atomización de la muestra en una cámara a alta temperatura Dziezak (1988) y Watanabe *et al.* (2002). Las microcápsulas resultantes son transportadas a un ciclón separador para su recuperación. Por otro lado Anker y Reineccius (1998) menciona que uno de los factores importantes en la estabilidad de saborizantes microencapsulados es su valor de la actividad de agua (a_w). En su estudio describe que la durabilidad del aceite esencial de naranja microencapsulado en goma arábica se incrementa con la a_w en el intervalo de 0 a 0,536.



Fuente: Hernández (2011)

Figura 1. Procesos de microencapsulación de aromas y A.E.

La formación de una emulsión estable es importante a la hora de encapsular aromas. La retención de volátiles en el secado por atomización depende de las propiedades fisicoquímicas del material encapsulante, del compuesto a encapsular, del contenido en sólidos de la emulsión y de la temperatura de procesado. Los mejores resultados se obtienen con emulsiones estables, y baja viscosidad a alta concentración de sólidos en la emulsión (Rosenberg *et al.* 1990; Goubet *et al.* 1998).

A continuación en Tabla 7, podemos observar las ventajas y desventajas de la encapsulación por secado por atomización.

Tabla 7. *Ventajas e inconvenientes del uso del secado por atomización*

Ventajas
<ul style="list-style-type: none">• Bajo coste de la operación• Alta calidad de las microcápsulas• Alta solubilidad de la microcápsulas• Alta estabilidad de las microcápsulas
Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none">• Producción no uniforme de las microcápsulas• Limitación en la elección del material encapsulante (necesita baja viscosidad a altas concentraciones)• Produce un polvo tan fino que necesita posterior procesado (aglomeración)• No recomendable para materiales sensibles al calor

Fuente: Fuente: Hernández (2011).

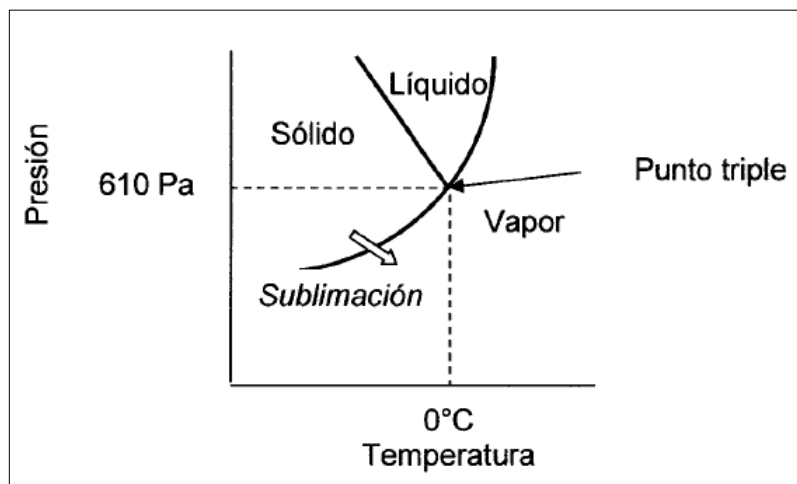
b) Liofilización o freeze drying

La liofilización es un proceso de secado mediante sublimación. Se ha desarrollado con el fin de reducir las pérdidas de los compuestos responsables del sabor y el aroma en los alimentos, los cuales se pierden durante los procesos convencionales de secado. El proceso de liofilización consta principalmente de dos pasos; el primero consiste en congelar el producto y en el segundo paso el producto es secado por sublimación directa del hielo bajo presión reducida Orrego (2008). Buffo y Reineccius (2001) compararon distintos métodos de secado en la encapsulación de AE de naranja con goma acacia y almidón modificado, el estudio demostró que la liofilización ofrece las propiedades más deseables para encapsular el AE de naranja. Minemoto *et al.* (1997) compararon la oxidación de mentil linoleato encapsulado con goma arábica mediante secado por atomización o con secado por liofilización, los resultados definieron a este último como el método más adecuado para la encapsulación. Además, el compuesto encapsulado por liofilización mostró una oxidación mucho más lenta a cualquier humedad relativa y no se vio afectado por el almacenamiento.

El fundamento físico para la liofilización es la coexistencia de tres estados del agua (sólido, líquido y gaseoso) bajo ciertas condiciones de presión y temperatura. Por lo tanto a una temperatura de 0,01 °C y presión de 610 Pa se obtiene el llamado punto triple del agua (Figura 2), lo que permite su paso directamente del estado sólido a gaseoso sin pasar por líquido, es decir, la sublimación (Barbosa, 2006).

El proceso de liofilización comienza con la congelación del producto a bajas temperaturas (- 30 °C a - 40 °C) donde el tamaño de los cristales de hielo se regula normalmente con las velocidades de congelación, puesto que una tasa lenta promueve la formación de cristales de gran tamaño, favoreciendo la liofilización, pero afectando la integridad de las membranas celulares, mientras una alta tasa produce microcristales minimizando el daño a las membranas celulares; sin embargo, simultánea-mente incrementa la presencia de agua no congelada atrapada en la zona vítrea que es difícil de retirar en el secado Orrego (2008). La segunda etapa es el secado primario, en el cual se produce un calentamiento bajo condiciones de vacío, para retirar el agua por sublimación en distintas etapas Ayala *et al.* (2010). Esta velocidad de secado puede influir en las características físico-químicas del producto final (Orrego, 2008).

Fellows (2006) en la Figura 2 nos muestra las fases del agua en el que se observa el fenómeno de sublimación del hielo.

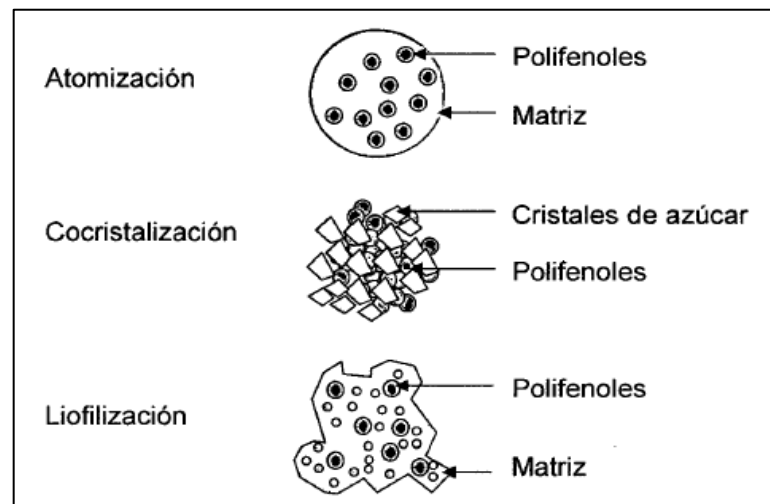


Fuente: Fellows (2006).

Figura 2. Diagrama de fases del agua en el que se muestra el fenómeno de sublimación del hielo.

Las principales ventajas de la liofilización son: mantienen la forma original, su valor nutritivo, las características sensoriales y la reducción de procesos tan indeseables como la desnaturalización proteica, pérdida de compuestos volátiles, formación de capas duras e impermeables, migración de sólidos solubles hacia la superficie durante el secado y la dificultad de rehidratación. Por otro lado las desventajas de la liofilización son los altos costos fijos, operacionales y el elevado tiempo de proceso (Marques *et al.* 2006).

Según Porras (2012) las capsulas liofilizadas generalmente presentan formas irregulares diferentes de otras técnicas de Microencapsulación. Las estructuras de las microcápsulas obtenidas por los principales métodos de encapsulación son presentados en la Figura 3, donde es posible visualizar las diferencias entre ellas, se percibe que las cápsulas preparadas por spray drying poseen formatos regulares, prácticamente esféricos, pero a su vez la liofilización, coacervación y la cocrystalización forman cápsulas con formatos irregulares e indefinidos. Diferentes de esos métodos, donde un compuesto encapsulado está disperso en una matriz encapsulante, la inclusión molecular y los liposomas son técnicas donde un material encapsulado queda protegido en una cavidad o región hidrofóbica y/o hidrofílica.

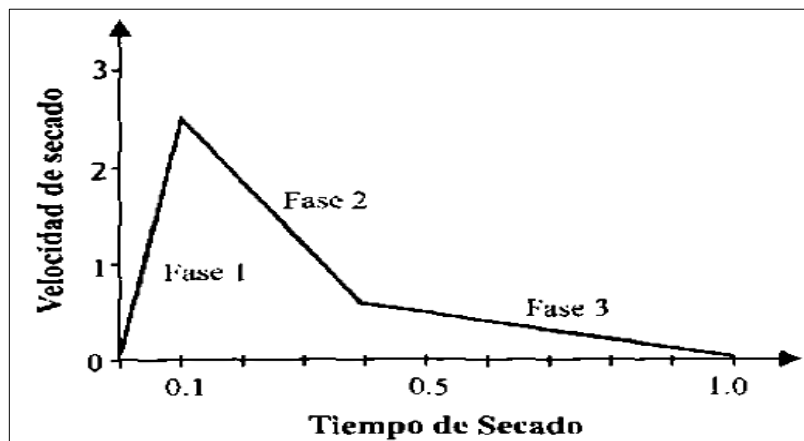


Fuente: Fang y Bhandari (2010).

Figura 3. Microcápsulas de polifenoles preparadas a través de diferentes métodos.

a) Etapas del secado por sublimación

Cuando se realiza el secado mediante la liofilización se distinguen tres fases o etapas que se esquematizan en la Figura 4. Cuando en el proceso de liofilización se comienza el calentamiento, empieza a formarse un frente de sublimación o interfase entre la capa seca y la capa congelada de la muestra, el cual avanza progresivamente. La transferencia de masa ocurre por la migración de vapores a través de la capa seca de la muestra bajo la acción de una diferencia de presión (Orrego, 2008).



Fuente: Orrego (2008)

Figura 4. Etapas del Proceso de Liofilización

Según Orrego (2008), las tres fases que se distinguen en la liofilización son:

Fase 1: Llamada etapa conductiva. Inicialmente, por el calentamiento de la muestra, la velocidad de sublimación crece rápidamente hasta llegar a un máximo. El tiempo para agotar esta fase es relativamente corto, entre un 10 y 15 % del tiempo total del proceso.

Fase 2: Primera etapa difusiva. Muestra un descenso importante de la velocidad de sublimación debido a la formación de una capa porosa de material seco que opone resistencia creciente al flujo de calor y al vapor a medida que procede el secado.

Las fases 1 y 2 se denominan secado primario; en ellas se lleva a cabo la mayor parte de remoción de agua del producto (entre un 75 - 90 %).

Fase 3: Segunda etapa difusiva, llamada también secado secundario. La velocidad de sublimación continúa decreciendo de forma que se aproxima a cero.

Esto debido a que el calor necesario para retirar el agua ligada es más alto que el calor de sublimación. Puesto que la difusividad de los aromas disminuye sensiblemente cuando la humedad es pequeña, es posible en esta etapa incrementar la temperatura de la calefacción y del producto hasta valores del orden de 50 °C, dependiendo del material que se trate.

Para el secado por liofilización de emulsiones, el compuesto de interés se emulsifica. En este método de secado el material de cobertura no debe perjudicar su misma solución antes de congelarse; debe mantener las propiedades deseadas aun después de la congelación y secado; y su vida de almacenamiento debe ser adecuada bajo condiciones convencionales. Los materiales de cobertura utilizados comúnmente son proteínas, maltodextrinas, disacáridos, gomas y quitosano. Además de éstos, se emplean también crioprotectores como sacarosa, trealosa y manitol para conservar el tamaño de partícula y también evitar la agregación durante el secado. La emulsión formada se congela a temperaturas entre -20 °C y -40 °C para alcanzar la máxima cristalización del agua junto con algunos sólidos solubles y componentes lipídicos (Fang y Bhandari, 2012; Ezhilarasi *et al.*, 2013).

2.1.6. Materiales usados en la microencapsulación

2.1.6.1. Goma arábiga

a) Estructura y composición

La goma arábiga (GA) es un biopolímero obtenido del exudado del árbol acacia, de la familia Leguminosae, originaria de Egipto y de uso milenario. Actualmente es extraída y pulverizada con procesos limpios, a partir de diversas especies de acacia, predominando las especies senegal y seyal. Esta goma ha sido evaluada y reconocida como aditivo alimentario por el Equipo de Expertos del Comité Aditivos Alimentarios –JECFA- del Codex Alimentarius (Lopera *et al.* 2009).

La estructura química de la GA corresponde a un complejo polisacárido que contiene pequeñas cantidades de material nitrogenado. El polisacárido es una cadena ramificada, con un peso molecular que puede variar de 47.000 a 3.000.000 g/mol (Pedroza *et al.* 1999). La cadena lineal está compuesta de unidades (1,3) β -D galactopiranosil y ramificaciones a los lados de (1,6) β -D galactopiranosil- 4 –O metil-glucurónico, las cuales, a su vez, están unidas a

ramas más pequeñas compuestas por L- ramnosa – D-acido glucurónico, D-galactosa – (1,3) y L- arabinosa y L- arabinosa (1,3) – L-arabinosa (1,3) L-arabinosa. El material nitrogenado es de carácter proteico, corresponde hasta al 10 % del peso total, y en particular en las especies senegal y seyal está alrededor del 2 % Pandit *et. al.* (2007). Por esta razón se ha denominado a la GA como complejo proteico-arabinogalactano. La fracción proteica está constituida por 400 residuos aminoácidos, con 18 aminoácidos diferentes, de los cuales el 50 % corresponde a hidroxiprolina, serina y prolina, y se considera que muy probablemente la unión al polisacárido se presenta por la vía hidroxiprolina unida a residuos de arabinosa (Phillips y Williams, 2005).

b) Propiedades

La GA o complejo proteico-arabinogalactano, por sus características estructurales presenta un carácter anfifílico, lo que le permite absorber en superficies lipofílicas, actuar como coloide protector y, por ende, como un buen agente formador de películas Yadav *et al.* (2007); adicionalmente, presenta baja viscosidad y comportamiento newtoniano a concentraciones inferiores al 35 %. En efecto, la GA es uno de los materiales formadores de película más efectivo para microencroencapsular; sin embargo, el costo y su limitada disponibilidad comercial, han restringido su uso a nivel industrial (Kanakdande, 2007).

Por sus características de baja viscosidad, buena eficiencia, solubilidad y formación de emulsiones, el agente encapsulante que reúne las mejores características, es la goma arábica. Este es un polisacárido complejo con una estructura altamente ramificada, con una cadena principal formada por unidades D-galactopiranosas que es capaz de producir emulsiones estables en un amplio rango de pH (Reyes, 2010).

La goma arábica, un polímero natural biodegradable ha sido utilizado como una matriz para encapsular enzimas como la endogluconasa producida por la bacteria *Thermomonospora*. La endogluconasa mostró un cambio en la temperatura óptima (50 - 55 °C) y un incremento considerable en el pH y estabilidad comparado con la enzima libre, además también protegió la actividad de la enzima en presencia de detergentes realzando la vida útil. Mezclas de goma arábica y maltodextrinas también han mostrado promesa como

transportadores de sólidos, proporcionando viscosidad por ejemplo en la microencapsulación de aceite de cardamomo por secado por aspersión (Bertolini *et al.*, 2001; McMaster *et al.*, 2005 y Madene *et al.*, 2006).

2.1.6.2. Maltodextrina

a) Estructura y composición

La maltodextrina resulta de la hidrólisis ácida suave de los granos de almidón. Comercialmente se clasifica por el contenido de dextrosa equivalente (DE). En polvo y con un DE menor de 20 es insabora e inodora. La maltodextrina de 10 DE tiene una densidad de 1,41 g/cm³ y un peso molecular de 1800 g/mol, está compuesta por: Monosacáridos 0,8 %, disacáridos 2,9 %; trisacáridos 4,4 %; tetrasacáridos 3,8 %; pentasacáridos y superiores 88,1 %; cenizas 0,6 % (Paramo *et al.*, 2007)

b) Propiedades

Las maltodextrinas son utilizadas principalmente en materiales que presentan dificultades para su deshidratación, tales como jugo de frutas, condimentos y endulzantes, ya que reducen los problemas de adherencia y aglomeración durante el almacenamiento, mejorando así la estabilidad del producto (Porrás, 2012).

Bangs y Reineccius (1981) estudiaron la retención de 12 compuestos aromáticos encapsulados con MD de diferente grado de hidrólisis (DE 10; 15; 20; 25 y 36,5) concluyeron que la retención de volátiles dependía del valor de DE siendo las que poseen un valor DE de 10 las que mostraron una mayor retención. De este modo, se observó que a medida que el valor DE aumentaba, la retención del flavor disminuía. Si bien es cierto que la retención de componentes aromáticos durante el almacenamiento aumentó con el valor DE (Yoshii *et al.* 2001).

Sin embargo, otros autores han descrito resultados opuestos. Anandaraman y Reineccius (1986) describieron las MD con un valor alto DE como más efectivas en la encapsulación la AE de naranja. Los resultados dejaron patente la efectividad frente a la oxidación, ilustrando la influencia del valor DE en la funcionalidad como agente encapsulante. Desobry *et al.* (1997) confirmaron estos resultados cuando se examinó la oxidación de β -caroteno encapsulado con MD como agente encapsulante.

2.2. Antecedentes

García *et al.* (2010) en su investigación denominada “Evaluación del secado de perejil aplicando técnica de deshidratación osmótica como pretratamiento” evaluaron el efecto de la temperatura de secado (50 y 60 °C) y los diferentes tipos de pretratamientos (sin pretratamiento, deshidratación osmótica y deshidratación osmótica al vacío) sobre las características fisicoquímicas y nutricionales del perejil deshidratado, midiendo la actividad de agua, densidad, rehidratación, color, contenido de vitamina C y carotenos. Entre uno de los resultados podemos resaltar la caracterización fisicoquímica de las hojas de perejil las cuales fueron de $88,00 \pm 0,81$; $0,88 \pm 0,011$; $28,38 \pm 0,60$; $18,86 \pm 2,70$; $14,42 \pm 0,37$; $11,76 \pm 0,43$ para humedad, A_w (% en base humedad) y para proteína, cenizas, fibra y grasa en (% en base seca) respectivamente. Por otro lado los resultados mostraron que el secado de perejil a una temperatura de 60 °C sin pretratamiento es el más adecuado, presentando un menor tiempo de proceso (68 min), una mayor reducción en la humedad (4,3 %) y un menor efecto en los contenidos de vitamina C (8,7 mg de vitamina C/100 g de muestra) y carotenos (36,9 mg de carotenos/100 g de muestra).

Kang, Lee, Kim, & Chang (2019) en su trabajo de investigación que lleva como título “Caracterización y estabilidad de almacenamiento de clorofilas microencapsuladas en combinación diferente de goma arábica y maltodextrina”, cuyo objetivo era encapsular clorofilas inestables usando diferentes mezclas de goma arábica (GA) y maltodextrina (MD) (relaciones GA-MD de 5: 5, 3: 7 y 0:10) mediante secado por aspersion para mejorar la estabilidad de almacenamiento de las clorofilas. Concluyendo que un aumento en la concentración de MD en materiales de pared se asoció con un menor contenido de humedad (0,56 %), una mayor eficiencia de encapsulación (77,19 %) y un contenido de clorofila (46,78 µg/g de polvo seco).

López *et al.* (2009) en su trabajo de investigación titulado “Establecimiento de condiciones de la mezcla de pulpa de banano (*Musa paradisiaca L.*) para someter a secado por aspersion” determinó las cantidades óptimas de maltodextrina y goma acacia a utilizar para maximizar °Brix y minimizar la viscosidad en pulpa de banano para su posterior secado por aspersion. La combinación que generó la mejor respuesta es 39,95 g maltodextrina con 3,29 g

de goma arábica. Con esta combinación de tratamientos se encuentra el punto donde los ° Brix son máximos y la viscosidad es mínima, equivalentes a 46,44 °Brix y 634,59 cP, respectivamente.

Lopera *et al.* (2009) en su investigación que lleva como título “Desarrollo y caracterización de micropartículas de ácido fólico formadas por secado por aspersión, utilizando goma arábica y maltodextrina como materiales de pared.” obtuvo macropartículas de ácido fólico haciendo uso de cuatro mezclas diferentes de goma arábica y maltodextrina (100-0 %, 80-20 %, 70-30 y 50-50 %). Los resultados en cuanto a pH de las mezcla fueron de $4,53 \pm 0,03$; $4,59 \pm 0,01$; $4,61 \pm 0,03$ y $4,62 \pm 0,02$ respectivamente para las concentraciones mencionadas, en cuanto al porcentaje de humedad reportó $1,69 \pm 0,04$; $1,87 \pm 0,02$; $1,99 \pm 0,04$ y $2,65 \pm 0,01$ respectivamente y una viscosidad de 350 ± 20 cP para las cuatro mezclas. Concluyendo que la morfología de las macropartículas obtenidas por secado por aspersión varía con la relación goma arábica-maltodextrina, obteniendo mejor eficiencia de encapsulación en las cuatro mezclas, la capacidad de liberación del principio activo (ácido fólico) es mejor con goma arábica-maltodextrina en proporción de 70 % - 30 %, respectivamente.

Fernandes, Borges, & Botrel (2014) en su investigación titulada “Goma arábica / almidón / maltodextrina / inulina como materiales de pared en la microencapsulación de aceite esencial de romero” evaluó el efecto del reemplazo parcial o total de la goma arábica por almidón modificado, maltodextrina e inulina en las características del aceite esencial de romero microencapsulado por secado por pulverización, en la cual utilizo 20 % de materiales de pared (10 g MD y 10 g GA), 25 % con respecto a la masa de los materiales de pared. Llegó a la conclusión que es importante el uso de carbohidratos con una alta capacidad para la emulsificación (es decir, goma arábica y almidón modificado) como materiales de pared, demostrando que dichos materiales son más eficientes en la retención de volátiles. También demostraron que la combinación de almidón modificado e inulina retiene mejor el aceite esencial que fue similar a la combinación de goma arábica y maltodextrina.

Pellicer *et al.* (2019) en su investigación denominada “Estabilidad del sabor a fresa microencapsulada por secado por atomización, liofilización y lecho fluido” estudió la estabilidad del sabor a fresa microencapsulado usando diferentes agentes encapsulantes (Maltodextrina, starchHI-CAP™ 100 modificado, β- y γ-ciclodextrinas) y secado. Llegando a la conclusión que el mejor rendimiento de secado se observó en el caso de liofilización (MDs/Hi-Cap, $87 \pm 1,4$ y MDs/Hi-Cap/β-CD, $88 \pm 1,9$). En el caso del contenido de humedad, las muestras de secado por pulverización presentaron los valores más bajos, seguidos de liofilización y lecho fluido. Las microfotografías mostraron partículas esféricas lisas en el caso de secado por pulverización, mientras que en el secado por liofilización la estructura del polvo era amorfa, como el vidrio, y fue irregular en el caso de lecho fluido.

Pineda *et al.* (2018) en su trabajo de investigación denominado “Antifungal activity of extracts, essential oil and constituents from *Petroselinum crispum* against *Colletotrichum acutatum*” donde evaluó el efecto de extractos, el aceite esencial y los componentes principales del perejil (*Petroselinum crispum* (Mill.) Fuss.) contra el hongo fitopatógeno *Collectotrichum acutatum* mediante el método del agar envenenado. Los resultados mostraron que todos los extractos, junto con el aceite esencial, inhibieron significativamente el crecimiento radial de *C. acutatum* en concentraciones superiores a $100 \mu\text{g mL}^{-1}$. La mayor actividad se encontró para el aceite esencial, seguido por el extracto de *n*-hexano. El análisis por cromatografía de gases con espectroscopia de masas (CG-EM) del extracto de *n*-hexano y el aceite esencial de *P. crispum* mostró que los componentes principales corresponden a los fenilpropanoides miristicina y *parsley*-apiol. Ambos compuestos fueron aislados por técnicas cromatográficas convencionales y sus estructuras elucidadas por métodos espectroscópicos. La miristicina y el *parsley*-apiol mostraron un efecto inhibitorio significativo contra *C. acutatum*. La actividad fungistática más alta se encontró para *parsley*-apiol con un valor CI_{50} de $40 \mu\text{g mL}^{-1}$. En conclusión, el perejil puede ser una buena fuente de compuestos antimicóticos para controlar el *C. acutatum*.

Vivanco *et al.*, (2012) en su trabajo de investigación “Composición química del aceite esencial de *Petroselinum crispum* (MILL) NYMAN EX A.W.HILL”Perejil” y determinación de su actividad antibacteriana”, el cual tuvo como objetivo analizar

la composición química del aceite esencial de las hojas de *Petroselinum crispum* (Mill) Nyman ex A.W. Hill “perejil” y determinar su actividad antibacteriana. El aceite esencial se obtuvo tratando 20 kg de hojas frescas con un equipo de destilación por arrastre con vapor de agua; obteniéndose cuatro mililitros y un rendimiento de 0,02 por ciento v/p. En el análisis cualitativo se analizó su solubilidad en solventes orgánicos; los componentes químicos se determinaron por cromatografía de Gases/ Espectrometría de Masas (CG/EM), lográndose la elucidación de los siguientes compuestos: 1R- α -pineno, β -pineno, β -felandreno, p, α -dimetil estireno, (E)-2-careen-4-ol, 1,3-benzodioxol, 4-metoxi-6-(2-propenil)-, y 1,3-benzodioxol,4,7-dimetoxi-5-(2-propenil). La actividad antibacteriana in vitro, se realizó por el método de difusión en agar, demostrándose actividad significativa frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 25933 (a concentraciones de 100 y 50 %, presentaron halos de inhibición de 28 y 25 mm respectivamente) y *Staphylococcus epidermidis* cepa clínica (a concentraciones de 100 y 50 %, presentaron halos de inhibición de 25 y 20 mm respectivamente). Teniendo de poca a ninguna actividad frente a *Bacillus subtilis* y *Escherichia coli*.

Tiria y Usuga (2016), en su investigación de título “Evaluación de dos materiales polímeros en la estabilidad del proceso de encapsulación de la provitamina A extraída de la batata (*Ipomea batatas* L. Lam)” empleo diferentes concentraciones de maltodextrina-goma arábica (35 – 65; 50 - 50 y 65 - 35) para microencapsular la provitamina A. Los resultados que reporta en cuanto a la viscosidad (100 rpm con usillo # 4) para las tres concentraciones de maltodextrina-goma arábica (35 - 65, 50 - 50 y 65 - 35) son 39,06; 52,43; 62,53 respectivamente. Por otro lado para las mismas concentraciones de maltodextrina-goma arábica el pH es de 4,46; 4,34 y 4,33 respectivamente. Concluyendo que la concentración 65 - 35 es la mejor formulación en cuanto al rendimiento.

Hörner *et al.* (2008), en su investigación titulada “Triacenos y actividad antibacteriana” quince compuestos de triazeno estudiados para ver la actividad antibacteriana, por la metodología de microdilución de caldo a una concentración inhibitoria mínima (MIC) y concentración Bactericida Mínimo (CBM) que fueron aplicados contra tres Bacterias estándar (*E. coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853) y contra cepas

hospitalarias. La mayor actividad se evidenció contra *Streptococcus agalactiae*; y a la vez también se evidenció actividad contra *S. edipermidis*, *S. saprophyticus*, *Corynebacterium sp.* y *E. Cloacae*, *S. aureus* ATCC 25923, *P. aeruginosa* ATCC 27853, *A. loffoff*, *Micrococcus sp.*, *S. epidermidis*, *S. saprophyticus*, *Corynebacterium sp.*, *E. cloacae*, *S. flenneri* y *S. sonnei*. Los resultados demostraron la actividad biológica potencial de estos compuestos contra bacterias grampositivas y gramnegativas.

Sousa (2013), en su investigación titulada “Evaluación de actividades citotóxicas y antibacterianas de compuestos triazenados” evaluó la actividad antibacteriana in vitro de dos compuestos triazenados (1 y 2) contra 21 muestras de especies bacterianas, incluidas 11 cepas de referencia de la Colección Americana de Cultivos Tipo (ATCC) (*Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27859, *Klebsiella pneumoniae* ATCC700603, *Micrococcus luteus* ATCC 7468, *Enterococcus faecalis* ATCC 51299, *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 15305, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 35218, *Staphylococcus epidermidis* ATCC12228, *Salmonella thyphymurium* ATCC14028, *Bacillus cereus* ATCC14579 y *Enterococcus faecalis* ATCC29212) y 10 aislados clínicos multirresistentes (MDR). Demostrando que los compuestos 1 y 2 mostraron actividad antibacteriana de espectro estrecho frente a especies de bacterias grampositivas.

2.3. Hipótesis

2.3.1 Hipótesis general

- El aceite esencial de perejil microencapsulado mostró efecto antimicrobiano.

2.3.2 Hipótesis específicas

- La mejor proporción de los materiales de pared microencapsuló el aceite esencial de perejil.
- La mejor concentración de microencapsulado mostró inhibición microbiana, mejores características fisicoquímicas y sensoriales en la carne de res.

2.4. Variables y operacionalización de variables

2.4.1. Variables

2.4.1.1. Evaluación de la influencia de aceite esencial sin microencapsular y microencapsulado en la carne de res

Sin microencapsular

- **Variable Independiente**

X_1 = Aceite esencial sin microencapsular

X_{11} = AE C₁=10 μ L

X_{12} = AE C₂=15 μ L

X_{13} = AE C₃=20 μ L

X_{14} = AE C₄=25 μ L

X_{15} = AE C₅=30 μ L

X_{16} = AE C₆=35 μ L

X_{17} = AE C₇=40 μ L

X_{18} = AE C₈=45 μ L

X_{19} = AE C₉=50 μ L

- **Variable Dependiente**

Y_1 = Inhibición bacteriana

Y_{11} = *Staphylococcus aureus* (ATCC ® BAA-2312™*)

Y_{12} = *E. coli* (serotype O157:H7) (ATCC ® 43888™)

Y_{13} = *Salmonella entérica subsp.* (ATCC ® 13314™)

Microencapsulado

- **Variable Independiente**

X_2 = Aceite esencial microencapsulado

X_{21} = T₁

X_{22} = T₂

X_{23} = T₃

X_{24} = T₄

X_{25} = T₅

X_{26} = T₆

X_{27} = T₇

- **Variable Dependiente**

Y₂ = Las características fisicoquímicas de la carne de res.

Y₂₁ = Humedad

Y₂₂ = Cenizas

Y₂₃ = pH

Y₂₄ = Acidez

Y₂₅ = Color

Y₃ = Las características sensoriales

Y₃₁ = Color

Y₃₂ = Olor

Y₃₃ = Sabor

Y₃₄ = Textura

Y₄ = Inhibición bacteriana

Y₄₁ = Aerobios *mesófilos*

Y₄₂ = *Staphylococcus aureus sp.*

Y₄₃ = *Escherichia coli sp.*

Y₄₄ = *Salmonella sp.*

2.4.2. Operacionalización de variables

A continuación, se puede apreciar la operacionalización de variables, la cual consiste en la manipulación de las variables dependientes, mostrando un efecto en las independientes con se refleja en la Tabla 8.

Tabla 8: Operacionalización de variables

Variables	Dimensión	Indicador
Independientes:		
X ₁ = Concentraciones de AE sin microencapsular.	Concentraciones	Tratamientos AESM X ₁₁ = AE _{C1} X ₁₂ = AE _{C2} X ₁₃ = AE _{C3} X ₁₄ = AE _{C4} X ₁₅ = AE _{C5} X ₁₆ = AE _{C6} X ₁₇ = AE _{C7} X ₁₈ = AE _{C8} X ₁₉ = AE _{C9}
X ₂ = Aceite esencial de perejil microencapsulado.	Porcentajes	Tratamientos AM X ₂₁ = T ₁ X ₂₂ = T ₂ X ₂₃ = T ₃ X ₂₁ = T ₄ X ₂₂ = T ₅ X ₂₃ = T ₆ X ₂₃ = T ₇
Dependientes:		
Y ₁ = Aceite esencial de perejil microencapsulado	Porcentajes	Y ₁₁ = % Humedad Y ₁₂ = % Aw Y ₁₃ = % EE
Y ₂ = Las características fisicoquímicas de la carne de res.	Análisis fisicoquímico	Y ₂₁ = % Humedad Y ₂₂ = % Cenizas Y ₂₃ = Acidez Y ₂₄ = pH Y ₂₅ = Color
Y ₃ = Características sensoriales	Análisis sensorial	Y ₃₁ = Color Y ₃₂ = Olor Y ₃₃ = Sabor Y ₃₄ = Textura
Y ₄ = Características microbiológicas de la carne de res	Análisis microbiológicos	Y ₄₁ = Aerobios mesófilos Y ₄₂ = <i>Staphylococcus aureus</i> Y ₄₃ = <i>Salmonella s.p.</i> Y ₄₄ = <i>Escherichia coli</i>

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

La investigación fue aplicada, porque estuvo orientada a la evaluación de diferentes concentraciones de aceite esencial de perejil sin microencapsular y la aplicación de microcápsulas contenido el aceite esencial, como agente antimicrobiano en la conservación de carne bovina, manteniendo las características fisicoquímicas

3.1.2. Nivel de Investigación

Fue experimental porque intencionalmente se manipuló las variables independientes; midiendo sus efectos en las variables dependientes.

3.2. Lugar de ejecución

3.2.1. Ubicación de la institución donde se ejecutará la investigación

El trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de microbiología, bromatología, procesos no alimentarios, análisis por instrumentación y planta de alimentos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán en la facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, de la misma manera se utilizó otras instituciones para realizar algunos análisis que se requiera para la investigación.

3.2.2. Ubicación y geografía

3.2.2.1. Ubicación política

Región	:	Huánuco
Provincia	:	Huánuco
Distrito	:	Pillcomarca
Lugar	:	Cayhuayna - UNHEVAL

3.2.2.1. Ubicación geográfica

Latitud Sur	:	09°57'7.24"
Longitud Oeste	:	76°14'54.8"
Altitud	:	1947 msnm.

3.3. Población, muestra y unidad de análisis

3.3.1. Población

- La cantidad total de carne de res con aceite esencial de perejil microencapsulado, en la que se utilizó (15,0 kg) de carne de res procedente del mercado central de Huánuco.

3.3.2. Muestra

- 1,0 kg de carne de res para cada tratamiento y microcápsulas con aceite esencial.

3.3.2. Unidad de análisis

- 10 g de carne de res con 0,5 g; 1,0 g y 1,5 g de microcápsulas conteniendo el aceite esencial de perejil.

3.4. Tratamiento en estudios

3.4.1. Evaluación del efecto antimicrobiano de aceite esencial de perejil sin microencapsular

Los factores en estudio, fueron las concentraciones de aceite esencial de perejil sin microencapsular, como se indican en la Tabla 9, aplicadas a los siguientes microorganismos: *Staphylococcus aureus* (ATCC ® BAA-2312TM*), *Escherichia coli* (serotype O157:H7)(ATCC ® 43888TM) y *Salmonella entérica subsp.* (ATCC ® 13314TM).

Tabla 9. Concentraciones de aceite esencial extraído para prueba de sensibilidad en cepas.

Tratamientos	Concentración
AE _{C1}	10 uL
AE _{C2}	15 uL
AE _{C3}	20 uL
AE _{C4}	25 uL
AE _{C5}	30 uL
AE _{C6}	35 uL
AE _{C7}	40 uL
AE _{C8}	45 uL
AE _{C9}	50 uL

3.4.2. Evaluación del efecto antimicrobiano de microcápsulas en la carne de res

Antes de la obtención de las microcápsulas se realizó la mezcla de los materiales encapsulantes, empleando goma arábica (GA) y maltodextrina (MD), cuya relación % p/p, es como se detalla en el Tabla 10.

Tabla 10. *Proporción del material encapsulante*

Tratamientos	(GA)	(MD)
M ₁	80 % (26,4 g)	20 % (6,6 g)
M ₂	70 % (23,1 g)	30 % (9,9 g)
M ₃	60 % (19,8 g)	40 % (13,2 g)
M ₄	50 % (16,5 g)	50 % (16,5 g)
M ₅	40 % (13,2 g)	60 % (19,8 g)
M ₆	30 % (9,9 g)	70 % (23,1 g)
M ₇	20 % (6,6 g)	80 % (26,4 g)

GA: Goma arábica; MD: Maltodextrina

En la Tabla 11, se muestra como se obtuvieron los tratamientos para la emulsión, teniendo en cuenta la proporción del material encapsulante de la Tabla 10.

Tabla 11. *Tratamientos para la microencapsulación del aceite esencial de perejil, mediante secado por liofilización*

Tratamientos	Agua	Material de pared (GA+MD)	AE (Perejil)
T ₁	64 %	33 % (GA: 80% + MD: 20 %)	3 %
T ₂	64 %	33 % (GA: 70% + MD: 30 %)	3 %
T ₃	64 %	33 % (GA: 60% + MD: 40 %)	3 %
T ₄	64 %	33 % (GA: 50% + MD: 50 %)	3 %
T ₅	64 %	33 % (GA: 40% + MD: 60 %)	3 %
T ₆	64 %	33 % (GA: 30% + MD: 70 %)	3 %
T ₇	64 %	33 % (GA: 20% + MD: 80 %)	3 %

GA: Goma arábica; MD: Maltodextrina; AE: Aceite esencial

Una vez obtenido los tratamientos se secó por liofilizado, obteniendo las microcápsulas que se aplicó en la carne de res para conocer el efecto antimicrobiano.

3.5. Prueba de hipótesis

- **Estudio del efecto antimicrobiano de aceite esencial de perejil sin microencapsular y microencapsulado.**

Aceite esencial de perejil

Hipótesis nula

H₀: Los diferentes concentraciones de AE mostraron el mismo coeficiente de inhibición microbiana sobre las cepas de referencia ATCC, sin cambios sobre colonias sembradas.

$$H_0: \mu_{AE_{C1}} = \mu_{AE_{C2}} = \mu_{AE_{C3}} = \mu_{AE_{C4}} = \mu_{AE_{C5}} = \mu_{AE_{C6}} = \mu_{AE_{C7}} = \mu_{AE_{C8}} = \mu_{AE_{C9}} = 0$$

Hipótesis de investigación

H₁: Al menos uno de las concentraciones de AE mostró mayor coeficiente de inhibición microbiana sobre las cepas de referencia ATCC.

$$H_1: \text{Al menos un } T_i \neq 0$$

Aceite esencial de perejil microencapsulado

Hipótesis nula

H₀: Las tres concentraciones de microcápsulas mostraron el mismo período de conservación, sin cambios en las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas de la carne de res.

$$H_0: \mu_{MC1} = \mu_{MC2} = \mu_{MC3} = 0$$

Hipótesis de investigación

H₁: Al menos uno de las concentraciones de microcápsula mostró mayor periodo de conservación, sin cambios en las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas de la carne de res.

$$H_1: \text{Al menos un } T_i \neq 0$$

3.5.1. Diseño de la investigación

3.5.1.1. Estudio del efecto antimicrobiano de aceite esencial de perejil sin microencapsular y microencapsulado

Después del proceso de microencapsulado por liofilización, se aplicó los diferentes tratamientos encapsulados, sobre la carne de res, luego fueron analizados estadísticamente y seleccionando al mejor tratamiento. Para ello se propone someter los resultados obtenidos a un modelo matemático correspondiente al Diseño Completamente al Azar (DCA) para determinar la diferencia estadística entre los tratamientos, cuya ecuación es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas de la carne de res (Lomo) de la j – ésima sometido al i – ésimo tratamiento.

μ : Efecto de la media general.

T_i : Efecto del i –ésimo tratamiento (concentraciones de AEM (aceite esencial de perejil microencapsulado))

E_{ij} : Efecto del error experimental.

Además, los tratamientos con microcápsulas fueron evaluados sensorialmente para los atributos color, olor, sabor y textura, por un panel de 17 panelistas. Se trabajó con la prueba no paramétrica de Friedman a un nivel de significación $\alpha = 5 \%$ y su correspondiente prueba de clasificación de tratamientos (Flores, 2015).

La comparación de tratamientos, se realizó a través de la prueba de Tukey con un nivel de significación $\alpha = 5 \%$.

3.5.2. Datos a registrar

De acuerdo a los objetivos y variables del estudio, se registraron las cantidades de materia prima e insumos que se utilizaron, las concentraciones de aceites esenciales sin microencapsular y microencapsulado a utilizar, también todo los análisis fisicoquímicos, características microbiológicas y la evaluación sensorial, mediante las siguientes técnicas e instrumentos de recolección.

3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información.

3.5.3.1. Técnica de recolección de datos

a) Técnicas de Investigación documental o bibliográfica

- **Análisis documental.-** Nos permitió el análisis del material estudiado y precisarlo de un punto de vista analítico.
- **Análisis del contenido.-** Se estudió y analizó de una manera objetiva y sistemática el documento leído.
- **Fichaje.-** Se usó para construir el marco teórico y la bibliografía del presente trabajo de investigación.

b) Técnicas de campo

Observación.- Nos permitió recolectar los datos directamente del proceso de microencapsulado por liofilización de aceite esencial de perejil con diferentes proporciones de material encapsulante, para su posterior aplicación como agente antimicrobiano en la conservación de carne de res, donde se obtuvo los resultados sobre su acción antimicrobiana para las conclusiones de la presente investigación.

3.5.3.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos fueron establecidos por Calzada (1990), y a la vez fueron sometidos a juicios de expertos para su evaluación de coherencia y correlación. Los instrumentos utilizados fueron los siguientes:

a) Para recolección de información bibliográfica.

- **Fichas de investigación o documentación.** - Comentario y resumen.
- **Ficha de registro o localización.** - Bibliográficas, demográficas e internet.

b) Para la recolección de información en laboratorio. - Libreto de apuntes y cámara fotográfica.

c) Procesamiento y presentación de los Resultados.- Los datos obtenidos fueron ordenados y procesados por una computadora utilizando el software Microsoft Office con sus hojas: de Textos Word y cálculos Excel. De acuerdo al diseño de la investigación propuesto la presentación de resultados está en

cuadros, tablas, gráficos, según corresponda; y para el procesamiento de los datos estadísticos se utilizará el software SPSS.

3.6. Materiales y equipos

3.6.1. Materiales de laboratorio

- Vaso precipitado de 100mL, 250mL, 500mL y 1000 mL; matraz 100mL, 250mL; probeta 50 mL, 10 mL.
- Micropipeta de 10 μ L a 100 μ L y de 100 μ L a 1000 μ L
- Pipeta 1mL, 5mL y 10mL
- Envases ámbar de 10mL y 15mL
- Tubos con tapa de 12 mL, jeringa de 10 mL ,gradillas, papel de fluido lento, embudos, espátula, cronómetro, cubetas de poli estireno de 1 mL, piceta, bagueta, placas petri, hisopos estériles, stretch film y cápsula magnética

3.6.2. Materiales de escritorio y otros

Libreta de apuntes, lapiceros, tajador, resaltador, memoria USB, corrector, lápices de carbón 2B, papel bond A4 de 80 gramos, papel bulky, cámara fotográfica digital.

3.6.3. Equipos

- Agitador magnético. AGIMATIC-E. Selecta®.España.
- Autoclave marca Selecta, RPM: Max. 1600, T^o: Máx. 350 °C-
- Balanza electrónica HENKEL. BQ2001CS. Germany.
- Balanza gramera OHAUS, EE.UU.
- Baño de agua. MEMMERT®.Germany.
- Colorímetro espectral LC 100/SV100-Lovibond
- Destilador por arrastre de vapor (Capacidad de 5Kg), prototipo, Perú.
- Estufa marca MEMMERT, modelo TV-90, Alemana
- Extractor Soxhlet Behr Labor Technik™. EZ 100H.Germany
- Incubadora marca, Incucell, modelo: LSIS-B2V/IC 55.
- Liofilizador (Freeze Dryer) MRC. FDL-10N-50-BA.
- Mufla eléctrica marca PATERSCO, modelo HME 42- C20, con un rango máximo de temperatura de 800 °C, Alemana.
- pH-metro digital marca ALPS, modelo PEN TYPE. Alemana
- Reómetro BROOKFIELD RV DV-III ULTRA. USA.

- Secador de bandejas eléctrico (capacidad de 4Kg), fabricado por Fischer Agro, Perú.
- Smart Water Activity Meter-Model: HD-6

3.6.4. Reactivos

Éter de petróleo, hidróxido de sodio (NaOH), fenolftaleína

3.6.5. Materia prima

Se utilizó perejil de la especie *Petroselinum crispum* para la extracción del aceite esencial empleando 384 atados, haciendo un peso total de 384.51 kg, adquirida del mercado mayorista Señor de Puelles del distrito de Huánuco, provincia y departamento de Huánuco,.

Carne de res (lomo) en la que se utilizó (15.0 kg) de carne de res procedente del mercado central de Huánuco.

3.6.6. Insumos y aditivos

- Agar nutritivo
- Agar baird Parker / yema de huevo con telurito
- Agar salmonella shiguella
- Agar plate count agar
- Cepas de referencia liofilizadas: *Staphylococcus aureus* (ATCC ® BAA-2312™), *Escherichia coli* (serotype O157:H7)(ATCC ® 43888™), *Salmonella entérica subsp.* (ATCC ® 13314™).

3.7. Conducción de la investigación

En la Figura 5 se presenta el esquema experimental que se realizó en el presente trabajo de investigación:

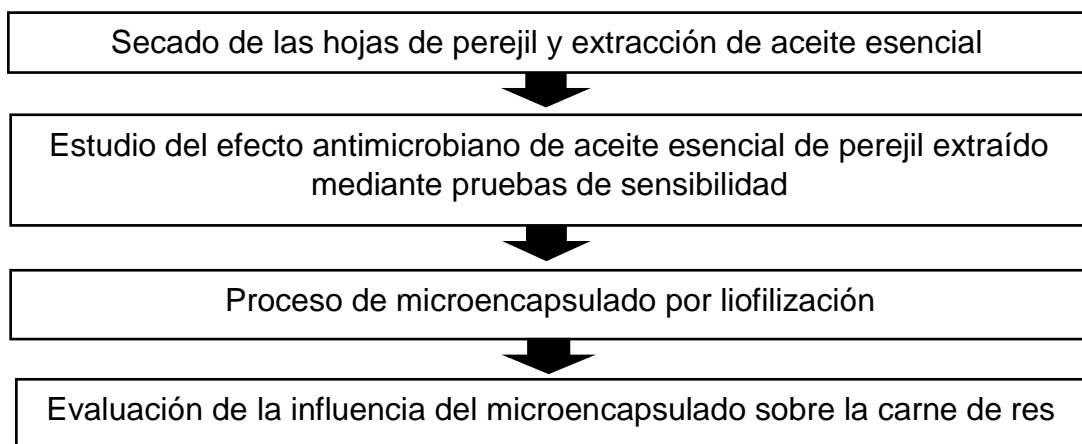


Figura 5. Esquema experimental del trabajo de investigación

3.7.1. Proceso de secado de las hojas de perejil (*Petroselinum crispum*) y extracción de aceite esencial.

A continuación, en la Figura 6 se muestra el flujograma empleado en el secado de las hojas de perejil y extracción del aceite esencial.

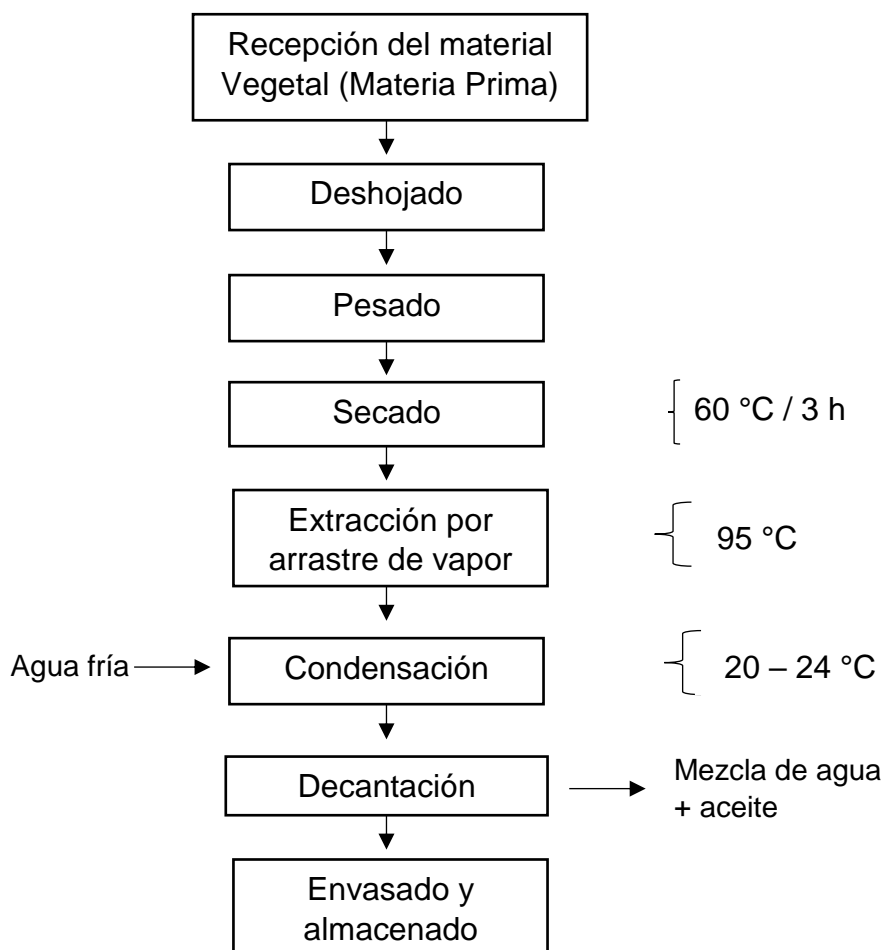


Figura 6. Flujograma de secado de hojas de perejil y extracción de aceite esencial

Descripción del proceso

- **Recepción del material vegetal (Materia Prima)**

Se recibió el perejil, lavados y oreados, del mercado mayorista Señor de Puelles del distrito, provincia y departamento de Huánuco.

- **Deshojado**

Se procedió al deshojado del perejil, sacando con cuidado para no dañar las hojas; al mismo tiempo se fue descartando las hojas dañadas.

- **Pesado**

Se pesó para determinar el peso inicial, para luego obtener la humedad, y además poder conocer el rendimiento del aceite esencial.

- **Secado**

El secado se realizó a una temperatura de 60 °C durante 3 horas en un secador de bandejas eléctrico de 4 kg de capacidad fabricado por la empresa Fischer Agro (Perú), el cual cuenta con 12 bandejas cuyas dimensiones son de 0.46 m x 0.46 m x 0.04 m.

Se mantuvo la materia prima hasta obtener una humedad constante, luego se dejó enfriar y se procedió al pesado.

- **Extracción por arrastre con vapor**

La muestra vegetal seca se introdujo en el contenedor de muestras del destilador la cual fue sometida a vapor de agua sobrecalentado a una temperatura de 95 °C. El aceite esencial es arrastrado hasta llegar a la siguiente etapa del proceso.

- **Condensación**

Consistió en recolectar el aceite esencial que por acción del vapor se arrastra, pasando por un refrigerante y condensándose a una temperatura de 20 °C en una mezcla de aceite y agua en una pera de decantación, procedimiento que se ajusta a lo definido por Martínez (2003).

- **Separación del aceite esencial**

Esta etapa consistió en separar el aceite esencial de la superficie con la ayuda de una jeringa, para solo quedarse con el material de la investigación (aceite esencial de perejil), luego se procedió hacer la caracterización del mismo, empleando la metodología de la AOAC, para la densidad y el índice de refracción y para la densidad.

- **Envasado y almacenado**

El envasado se realizó en envase ámbar, debido a que los aceites esenciales son sensibles a la luz, y fue almacenado en un lugar fresco.

3.7.2. Estudio del efecto antimicrobiano de aceite esencial de perejil extraído mediante pruebas de sensibilidad

Para lograr el objetivo propuesto consistió en la obtención de cepas de referencias liofilizadas de GenLab del Perú SAC, que según la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, se considera microorganismos patógenos según la clasificación en las categorías 7, 8 y 9 de causan alteración de alimentos e indicadores de contaminación, se adquirió los siguientes microorganismos: *Staphylococcus aureus* (ATCC ® BAA-2312TM*), *Escherichia coli* (serotype O157:H7) (ATCC ® 43888TM) y *Salmonella entérica subsp.* (ATCC ® 13314TM), de la empresa Gen Lab del Perú S.A.C.

Se evaluó la capacidad antimicrobiana del aceite esencial de perejil, frente en cepas por difusión en disco en agar nutritivo. En este caso se pudo evaluar el efecto inhibitorio por contacto directo, en el medio de cultivo. El aceite esencial de perejil fue extraído por arrastre de las hojas secas, procesado de la material fresco obtenido del mercado de Puelles.

a) Medio de cultivo

El medio de cultivo fue agar nutritivo, en la Tabla 12 se puede observar la formula nutricional del medio empleado con sus respectivas cantidades en g/L.

Tabla 12. Formula de agar nutritivo

Fórmula	g/L
Extracto de carne	1,0
Extracto de levadura	2,0
Peptona	5,0
Cloruro de sodio	5,0
Agar	15,0

b) Cepas estudiadas

Las siguientes cepas se seleccionó por ser contaminantes que frecuentemente causan alteración en las características de alimentos de origen animal refrigerados, cuyo estudio fue determinar la actividad antimicrobiana del aceite esencial de perejil (*Petroselinum crispum*) sobre *Staphylococcus aureus* (ATCC ® BAA-2312TM*), *Escherichia coli* (serotype O157:H7)(ATCC ® 43888TM) y

Salmonella entérica subsp. (ATCC ® 13314TM), de la empresa Gen Lab del Perú S.A.C.

c) Recuperación de las cepas de estudio

Las cepas estaban liofilizadas para su recuperación se ha seguido los siguientes pasos:

- En primer lugar se realizó la preparación del medio de cultivo agar nutritivo estéril.
- Después de tener esterilizado los medios, se procedió a la recuperación de las bacterias liofilizadas, para eso se llenó en un tubo de ensayo 8 mL de agar nutritivo.
- Luego se procedió a abrir las cepas de *Staphylococcus aureus* (ATCC ® BAA-2312TM*), *Escherichia coli* (serotype O157:H7)(ATCC ® 43888TM) y *Salmonella entérica subsp.* (ATCC ® 13314TM), respectivamente, después siendo sembradas en los tubos de ensayos y se realizó la incubación de 24 a 48 horas a una temperatura de 30 °C a 37 °C.

Después de 24 horas de incubación, se hizo un repique de las cepas recuperadas, de la siguiente manera:

- Primera se realizó la preparación de la peptona al 1 %, que fue 1 g de peptona en 100 mL de agua destilada y se deja enfriar.
- Luego con una aza de siembra estéril, se toma las colonias recuperadas de los tubos de ensayos y se inocular en la peptona, y se deja en incubación de 24 a 48 horas.

De ahí se procedió a la preparación de la peptona al 1 %, y se tomó 10 mL del inóculo incubado a las 24 horas, seguidamente se hizo las lecturas cada dos horas para realizar la curva de crecimiento de las cepas de estudio: *Staphylococcus aureus* (ATCC ® BAA-2312TM*), *Escherichia coli* (serotype O157:H7) (ATCC ® 43888TM) y *Salmonella entérica subsp.* (ATCC ® 13314TM), como se muestra en la Figura 17, 18 y 19, respectivamente.

Una vez obtenido la curva de crecimiento por cada microorganismo, se procedió a realizar la preparación de los inóculos de cada microorganismo para la contaminación en el agar, como se detalla a continuación, para ser aplicado en el inciso **d)**.

- Se agregó en el agar 10 mL de inóculo del caldo peptona, en 90 mL de agar nutritivo, siendo una dilución de 1:10.

d) Determinación de los halos de inhibición

En la presente investigación se procedió a la dilución del agar nutritivo.

Se hizo la prueba de sensibilidad (actividad antimicrobiana) por difusión en disco, para ello se emplearon discos de papel absorbente esterilizados y adicionado con una concentración conocida del antimicrobiano (aceite esencial de perejil), al humedecerse el disco se crea una gradiente de concentración, siendo mayor cuando se incrementa la concentración. El diámetro del halo de inhibición es proporcional a la sensibilidad o resistencia del microorganismo, lo que determina el grado de resistencia de este aceite esencial como lo determina (García y Palou, 2008)

En la investigación preparamos el medio agar nutritivo, en la cual se inóculo las cepas de estudio, en una dilución de 1:10 (10 mL de inóculo y 90 mL de agar nutritivo). Se colocó los discos de 6 mm estériles, en las placas con tres repeticiones y se adiciono las diferentes concentraciones de aceite esencial (10 μ L, 15 μ L, 20 μ L, 25 μ L, 30 μ L, 35 μ L, 40 μ L y 50 μ L), para así poder determinar que volumen de aceite esencial tiene un efecto inhibitorio sobre las bacterias.

3.7.3. Estudio del proceso de microencapsulado por liofilización

3.7.3.1. Preparación de la emulsión

La emulsión para el proceso de liofilización, se realizó según los tratamientos en proporción que se detalla a continuación, en la Tabla 13, antes de adicionar el aceite esencial de perejil, sobre la emulsión, se realizó el pesado de los materiales de pared de acuerdo a la Tabla 10, se procede a mezclar en seco, se adiciono el agua, se mezcló con una licuadora, y seguidamente se hizo la medición de la viscosidad, según los parámetros utilizado por López (2009), con el equipo Brookfield, Reómetro BROOKFIELD RV DV-III ULTRA, con el husillo ULA, a una temperatura promedio de 25 ± 2 °C y humedad relativa del 62 ± 4 % de la mezcla y también de la medición de pH, cuya finalidad fue conocer el comportamiento las diferentes mezclas de la Tabla 13, antes de la adición del aceite esencial de perejil.

Tabla 13. Tratamientos para el liofilizado

Tratamientos	Agua	Material de pared (GA+MD)	AE (Perejil)
T ₁	64 %	33 % (GA: 80 % + MD: 20 %)	3 %
T ₂	64 %	33 % (GA: 70 % + MD: 30 %)	3 %
T ₃	64 %	33 % (GA: 60 % + MD: 40 %)	3 %
T ₄	64 %	33 % (GA: 50 % + MD: 50 %)	3 %
T ₅	64 %	33 % (GA: 40 % + MD: 60 %)	3 %
T ₆	64 %	33 % (GA: 30 % + MD: 70 %)	3 %
T ₇	64 %	33 % (GA: 20 % + MD: 80 %)	3 %

GA: Goma arábica; MD: Maltodextrina; AE: Aceite esencial

3.7.3.2. Obtención de microcápsulas mediante el secado por liofilización

En la Figura 7, podrá visualizar el proceso de microencapsulado por liofilización, a las que fueron sometidos cada uno de los tratamientos que se detalla en la Tabla 13.

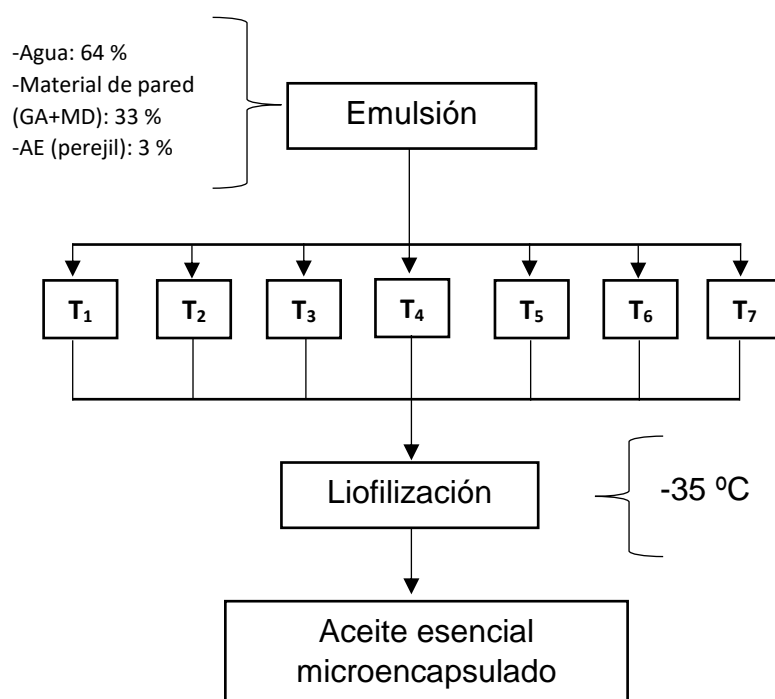


Figura 7. Flujograma de microencapsulado por liofilización.

3.7.3.3. Eficiencia de encapsulación

Para determinar la eficiencia de encapsulación se siguió las siguientes etapas:

a) Contenido del aceite total

Se determinó el contenido de aceite total por el método de extracción Soxhlet 31.4.02. (AOAC, 2000), ajustando al procedimiento empleado.

Para este método se utilizó éter de petróleo, que fue el reactivo que extrajo el aceite. Se utiliza 2 g de muestra, posteriormente se colocó en un papel filtro bien cerrado para no perder el producto. Este papel se pone dentro de un cartucho de extracción, y se colocan ambos dentro del equipo. Debajo de la muestra va un balón aforado con éter de petróleo, se puso a trabajar el equipo de 2 a 3 h. Pasado el tiempo necesario, se evapora el éter de petróleo en la estufa a 70 °C, quedando contenido en el balón el aceite total de las microcápsulas liofilizadas.

b) Contenido de aceite superficial

El contenido de aceite superficial se calculó mediante el siguiente método descrito por Bae E. y Lee S. (2008) con algunas modificaciones. Se pesaron 2 gramos de microcápsulas a las cuales se le añadió 15 mL de éter de petróleo y se agito lentamente por 1 min (cuidando de que las microcápsulas no se rompan). La mezcla disolvente se filtró a través de un papel filtro Whatman N° 1. Las microcápsulas obtenidas en el papel filtro se secaron en una estufa a 70 °C para eliminar el disolvente residual. El contenido de aceite superficial se calculó por diferencia de peso de las microcápsulas antes y después del lavado con éter de petróleo.

Seguido se calculó la eficiencia de microencapsulación determinado en base al contenido de aceite total y superficial.

$$EE (\%) = \frac{AT - AS}{AT} \times 100$$

Donde:

EE (%): Eficiencia de encapsulación en porcentaje en masa.

AT: Aceite total presente en la microcápsula (g).

AS: Aceite superficial presente en las microcápsulas (g).

3.7.3.4. Humedad y Aw de las microcápsulas

Humedad: Se determinó mediante el método el AOAC 950.45 (2005). Se pesó 2 g de microcápsulas y fueron secadas en una estufa a 105 °C por un tiempo de 3 h. Las muestras se retiraron de las de la estufa, se enfriaron en una de desecación y se registraron en una campana desecación y se registraron los pesos. El análisis fue realizado.

$$H (\%) = \frac{M2 - M3}{M2 - M1} \times 100$$

Donde:

H (%): Humedad en porcentaje de masa.

M1: Masa de la placa vacía.

M2: Masa de la placa más las microcápsulas antes de secar (g).

M3: Masa de la placa más las microcápsulas después del secado (g).

Aw: Se determinó con el equipo Smart Water Activity Meter-Model: HD-6

3.7.4. Evaluación de la influencia de las microcápsulas en la carne de res

3.7.4.1. En las características fisicoquímicas de la carne.

Se realizó los siguientes análisis fisicoquímicos:

- **Acidez titulable:** Por el método de titulación (AOAC 1997).
- **pH:** Método de potenciómetro digital (AOAC 1997)
- **Capacidad de retención de agua:**

Para la determinación de la CRA, se colocó 5 gramos de cada muestra en un tubo de ensayo, luego se le agregó 10 mL de NaCl 6M y se dejó reposar en baño de hielo por 15 minutos. A continuación, el tubo fue centrifugado por 15 minutos y se vertió el exudado en una probeta de 10 mL, citado por Montoya y Miano (2011), Finalmente se midió el volumen del exudado y se calculó el CRA usando la siguiente fórmula:

$$CRA \left(\frac{mL \text{ retenidos}}{100g \text{ carne}} \right)^n = \frac{100 \text{ mL} - \text{volumen exudado (mL)}}{5g \text{ carne}} * 100$$

Este procedimiento se realizó por triplicado tanto a la carne sin microcápsulas como a los tratamientos con los mismos.

- **Color :** Se utilizó el colorímetro espectral LC 100/SV100-Lovibond

3.7.4.2. En las características sensoriales

Desde el punto de vista sensorial, se realizó a los tratamientos de carne de res envasado en bolsa polipropileno de alta densidad, con diferentes cantidades de microcápsulas codificado antes de la evaluación de la siguiente manera: (MC_{1=0,5 g} : GDL) ; (MC_{2=1,0 g} : MHI) y (MC_{3=1,5 g} : CXF) en el día de corte (día 9) durante la evaluación de los tratamientos antes mencionados después de sus almacenamiento en refrigeración (4 °C), se realizó a través de las pruebas sensoriales para los atributos de color, olor, sabor y textura de la carne de res, se trabajó con 17 panelistas; para la elección de estos jueces se tomó en consideración a estudiantes, egresados y profesionales de ambos sexos de la escuela profesional de Ingeniería agroindustrial de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, quienes ayudaron en dicha evaluación, con la finalidad de apreciar cuan tolerable resulta sensorialmente los tratamientos con microcápsulas conteniendo el aceite esencial de perejil, en la que se probó si es aceptable o no en dicho día de evaluación después del tiempo de almacenamiento.

A continuación en el Anexo 10, se muestra la ficha de evaluación en la cual se consideró una escala hedónica estructurada para la estimación de los diferentes atributos, la que ayudó a determinar la afectividad (Flores, 2015)

3.7.4.3. En la inhibición microbiana de la carne de res

Procedimiento con el que se evaluó el efecto antimicrobiano de las microcápsulas con aceite esencial de perejil, se detalla en la Figura 8, la obtención de los tratamientos de estudio para la evaluación.

Descripción del proceso

- **Materia prima**

Se utilizará carne de res (lomo) adquirida del mercado modelo de la provincia de Huánuco.

- **Recepción**

La carne fue puesta en un envase impermeable hasta su traslado al laboratorio.

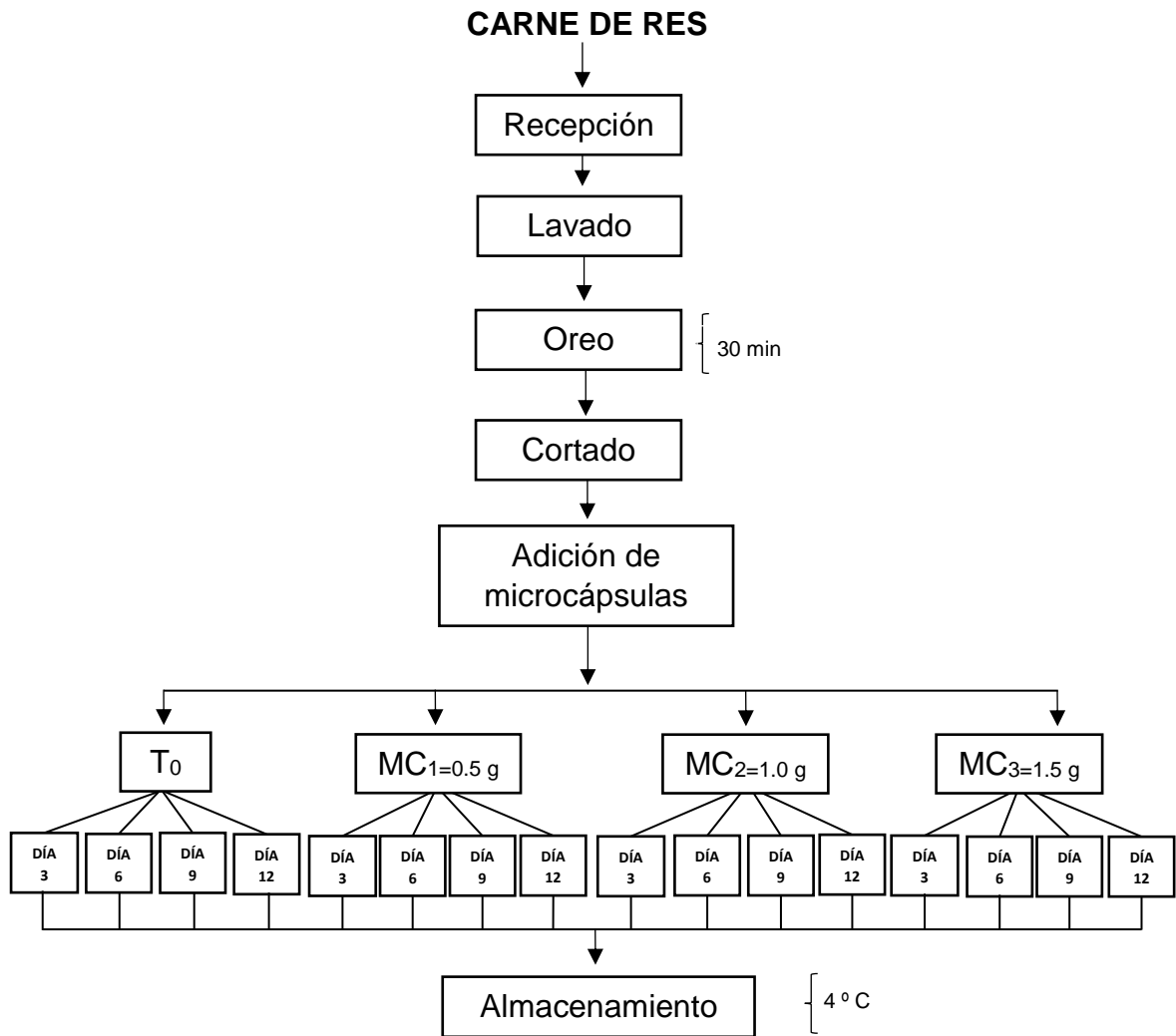


Figura 8. Flujograma de la evaluación efecto antimicrobiano de aceite esencial de perejil microencapsulado

- **Lavado**

La carne fue lavada con agua potable para eliminar restos de impurezas que pudieron impregnarse a la carne.

- **Oreo**

La carne se dejó en reposo por un tiempo de 10 minutos con la finalidad de eliminar el exceso de agua de la superficie.

- **Cortado**

La carne se cortó en muestras de 10 gramos.

- **Adición de microcápsulas**

Para la adición de microcápsulas, se procedió a pesar 0,5 g, 1,0 g y 1,5 g del mejor tratamiento (T₇), codificados de la siguiente manera MC₁, MC₂ y MC₃, respectivamente, seguido fueron adicionados en 10 g de carne de res.

- **Envasado**

Se utilizó bolsas de polipropileno

- **Almacenado**

Se almaceno los tratamientos con microcápsulas y el testigo (T₀) a temperatura de refrigeración (4 ° C).

Los análisis se realizó en el día 3, 6, 9 y 12 de la evaluación, en la que se priorizó los siguientes microorganismos: Aerobios mesófilos, *Estaphylococcus aureus*, *Salmonella sp.* y *Escherichia Coli*, según la NTS N° 071 – Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, del grupo de alimentos X. Carnes y productos cárnicos X.7., con la que se hizo la interpretación de resultados microbiológicos, según los criterios establecido en la presente, empleando el procedimiento a continuación.

Procedimiento de evaluación microbiológica

Primero se esterilizó los materiales, la peptona al 1 % y también agares preparados de acuerdo a la instrucción del fabricante Scharlau, como se detalla a continuación:

- Plate count agar.- 25 g en 1 L de agua (se autoclave y se plaqueo)
- Salmonella – shiguella agar (SS AGAR).- 60,1 g de polvo en 1 L (no autoclavear)
- Baird parker agar.- 60 g en 950 mL de agua autoclavear, enfriar a 50 °C y añadir 50 mL de yema de huevo con telurito y se plaqueo.

Luego se adiciona la carne con MC₁, MC₂ y MC₃ + el T₀ en la peptona al 1 %, seguido de diluciones sucesivas, respectivamente y por consiguiente se realizó la siembra profunda, utilizando 1 mL de muestra en cada placa con los agares específicos para aerobios mesófilos, *staphylococcus aureus*, *salmonella sp* y *Echerichia coli*.

IV. RESULTADOS

4.1. Proceso de secado de las hojas de perejil (*Petroselinum crispum*) y extracción de aceite esencial.

Se presenta en la Tabla 14 los datos obtenidos de la caracterización de la materia prima (hojas frescas de perejil) que se empleó para obtener el material de investigación después del secado.

Tabla 14. Características fisicoquímicas la hoja fresca de perejil

Características	Resultados
Humedad (%)	86,00 ± 0,18
Cenizas (%)	6,80 ± 0,38

Cada valor representa la media de tres repeticiones ± SD

En la Tabla 15 se muestra el resumen del balance de materia prima para el proceso de secado en un secador de bandejas, obteniéndose un 21.50 % de rendimiento en operación de secado, y un 7,10 % en el rendimiento del proceso. Asimismo se observa en la operación de extracción, condensación y decantación del material de investigación (aceite esencial de perejil), en la que se obtuvo para rendimiento por operación y proceso de 0,17 % y 0,01 % respectivamente.

Tabla 15. Balance de materia de secado de las hojas y extracción de aceite esencial

Operación	Entrada	Ganancia	Perdida	Continua	Rendimiento (%)	
	Kg	Kg	Kg	Kg	R.O	R.P
Recepción	384,51	0,00	0,00	384,51	100,00	100
Deshojado	384,51	0,00	257,62	126,89	33,00	33,00
Pesado	126,89	0,00	0,00	126,89	100,00	33,00
Secado	126,89	0,00	99,61	27,28	21,50	7,10
Extracción, condensación y decantación	27,28	0,00	27,23	0,05	0,17	0,01
Envasado	0,05	0,00	0,00	0,05	100,00	0,01
Almacenado	0,05	0,00	0,00	0,05	100,00	0,01

La Tabla 16 contiene los valores que se obtuvo antes de la microencapsulación encontrándose dentro del rango de aceites esenciales.

Tabla 16. Caracterización del aceite esencial de perejil

Características	Resultados
Densidad (g/mL)	0,93 ± 0,01
Índice de refracción	1,51 ± 0,01

Cada valor representa la media de tres repeticiones ± SD

4.2. Estudio del efecto antimicrobiano de aceite esencial de perejil extraído

Se realizó la investigación, utilizando cepas liofilizadas de *Staphylococcus aureus* (ATCC ® BAA-2312^{TM*}, *Echerichia coli* (serotype O157:H7) (ATCC ® 43888TM y *Salmonella entérica subsp. arizonae* (ATCC ® 13314TM), a la cual se hizo la curva de crecimiento como se muestra a continuación en la Figura 9, 10 y 11, por otro lado se realizó la prueba de sensibilidad siguiendo la metodología descrita en el ítem 4.3.1.

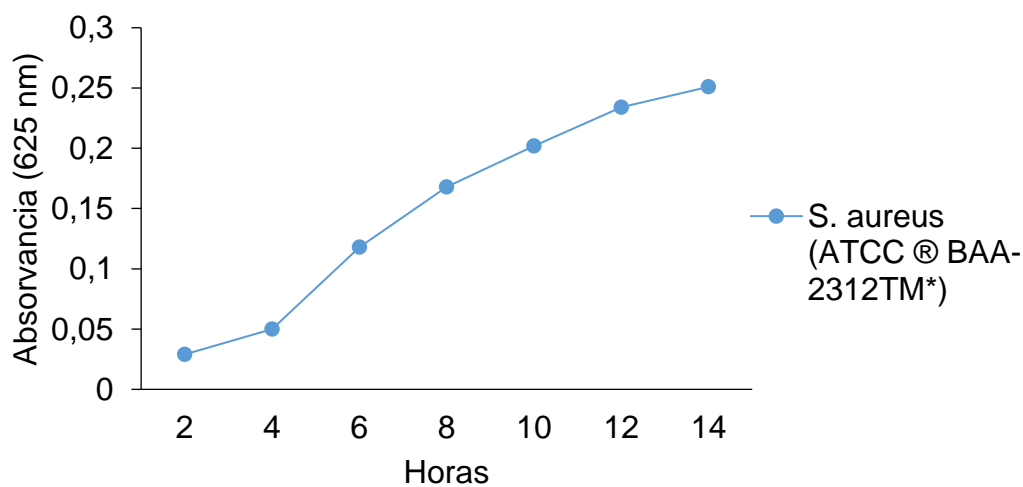


Figura 9. Curva de crecimiento de *Staphylococcus aureus* (ATCC ® BAA-2312^{TM*})

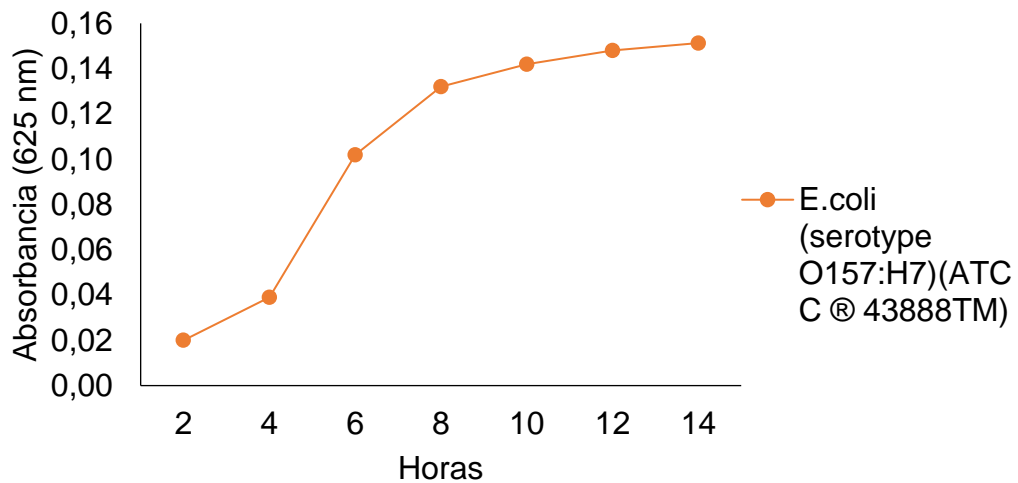


Figura 10. Curva de crecimiento de *Echerichia coli* (serotype O157:H7) (ATCC® 43888™)

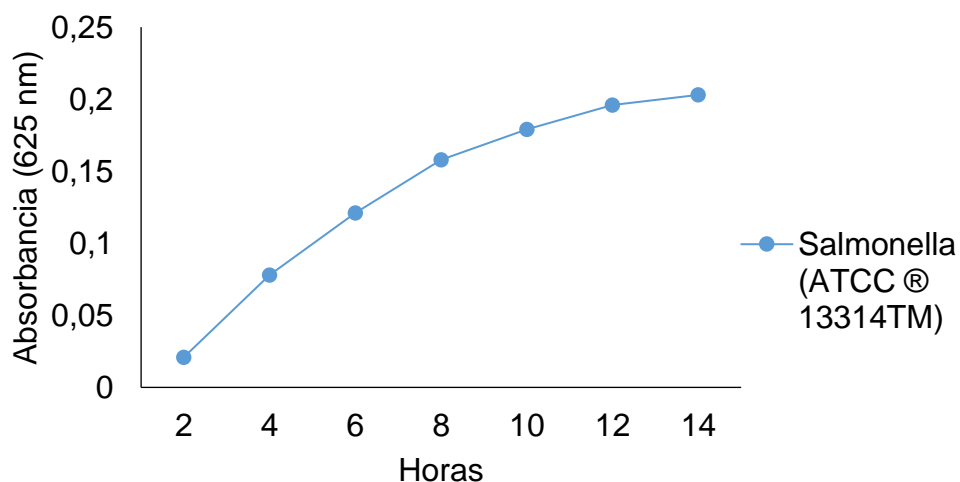


Figura 11. Curva de crecimiento de *Salmonella entérica subsp. arizonae* (ATCC® 13314™)

Prueba de sensibilidad o inhibición bacteriana

Seguido puede apreciar en la Tabla 17 los valores de diámetros promedios, empleando el método de difusión en agar (método de kirby-Bauer), con discos estériles con diferentes concentraciones de aceite esencial de perejil.

Tabla 17. Diámetro promedio de los halos de inhibición (mm) del aceite esencial de perejil en agar Nutritivo

Muestra	Concentraciones	Bacteria Gram (+)	Bacterias Gram (-)	
		<i>Staphylococcus aureus</i> * (mm)	<i>Salmonella</i> ** (mm)	<i>E.coli</i> *** (mm)
Aceite esencial de perejil	AE _{C1=10} μL	8,44 ± 0,51 ^c	6,94 ± 0,00 ^d	Inactivo
	AE _{C2=15} μL	8,89 ± 0,19 ^b ^c	7,00 ± 0,00 ^d	Inactivo
	AE _{C3=20} μL	8,89 ± 0,51 ^b ^c	7,00 ± 0,59 ^d	Inactivo
	AE _{C4=25} μL	9,44 ± 0,84 ^b ^c	9,89 ± 1,03 ^b	Inactivo
	AE _{C5=30} μL	10,00 ± 0,58 ^b ^c	12,33 ± 2,14 ^{cd}	Inactivo
	AE _{C6=35} μL	10,22 ± 1,02 ^b ^c	13,33 ± 0,59 ^b	Inactivo
	AE _{C7=40} μL	10,44 ± 0,19 ^{ab}	13,78 ± 1,20 ^{bc}	Inactivo
	AE _{C8=45} μL	11,44 ± 0,19 ^{ab}	13,78 ± 0,84 ^b	Inactivo
	AE _{C9=50} μL	12,33 ± 1,20 ^a	16,89 ± 1,26 ^a	Inactivo

AE: Aceite esencial. Cada valor representa la media de tres repeticiones ± SD. * *Staphylococcus aureus* (ATCC ® BAA-2312TM), ** *Salmonella entérica subsp. arizonae* (ATCC ® 13314TM), *** *Echerichia coli* (serotype O157:H7) (ATCC ® 43888TM; a,b,c: Letras diferentes en la misma columna indica diferencias significativas (P < 0,05).

En parte en la Tabla 17 podrá visualizar los resultados de la actividad antibacteriana en cual se observa que el aceite esencial de perejil muestra actividad significativa de *Staphylococcus aureus* (ATCC ® BAA-2312TM*) y *Salmonella entérica subsp.* (ATCC ® 13314TM), a las diferentes concentraciones de aceite esencial (10 μL, 15 μL, 20 μL, 25 μL, 30 μL, 35 μL, 40 μL y 50 μL), pudiendo determinar que el aceite esencial tiene un efecto inhibitor sobre las bacterias, que se pudo visualizar según el diámetro (mm) de los halos de inhibición.

La Figura 12 refleja el comportamiento de las cepas estudiadas con el aceite esencial de perejil sin microencápsular, identificando según la curva una variación superior de inhibición en *salmonella* frente a *staphylococua aureus*, es importante destacar que al aumento de la concentración se observa halos de mayor diámetro aduciendo un comportamiento relativamente proporcional a la misma, no obstante la cepa de *E.coli* no muestra efecto, la que ayudó a identificar si existe inhibición microbiana antes de la microencapsulación.

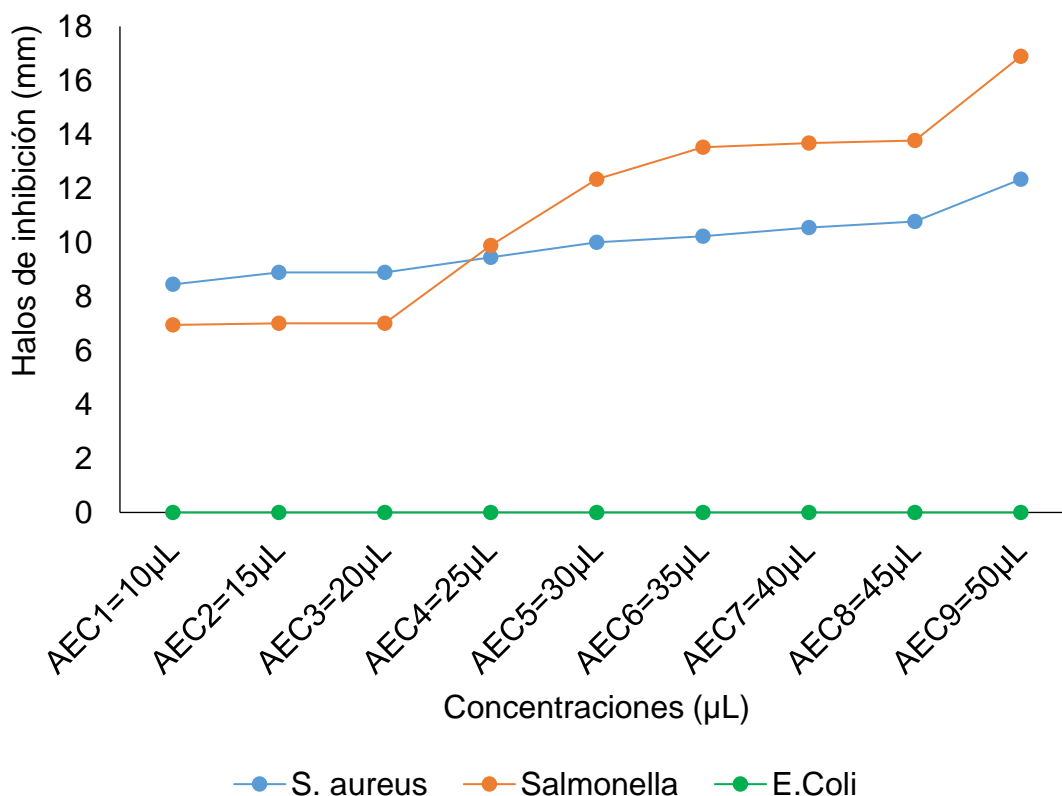


Figura 12. Comportamiento bacteriano según la concentraciones de aceite esencial de perejil (*Petroselinum crispum*).

4.3. Estudio del proceso de microencapsulado por liofilización

Se puede observar en la Tabla 18, datos de la evaluación de viscosidad y el pH de la mezcla de diferentes proporciones de materiales de pared (GA+MD), seguido de la Figura 13 en la que se puede visualizar el comportamiento de los diferentes tratamientos.

En la Tabla 18 se puede ver los resultados de la viscosidad ($M_1 = 185,06$ cP; $M_2 = 165,49$ cP; $M_3 = 152,52$ cP; $M_4 = 116,79$ cP; $M_5 = 89,57 \pm 0,70$ cP; $M_6 = 54,11 \pm 0,16$ cP; $M_7 = 55,18 \pm 0,04$ cP) y el pH ($M_1 = 4,40$; $M_2 = 4,42$; $M_3 = 4,44$; $M_4 = 4,46$; $M_5 = 4,50$; $M_6 = 4,56$; $M_7 = 4,60$) de los 7 tratamientos. En cuanto los resultados nos indican que a mayor contenido de maltodextrina y menor contenido de goma arábica la viscosidad disminuye, comportamiento que se expresa en la Figura 13.

Tabla 18: Valores de viscosidad, Índice de flujo y pH de las mezclas para microencápsular

Tratamientos	Viscosidad (cP)*	Índice de flujo	pH
M ₁ (80%GA-20%MD)	185,06 ± 0,06 ^a	0,97 ± 0,00 ^b	4,40 ± 0,01 ^f
M ₂ (70%GA-30%MD)	165,49 ± 0,63 ^b	0,98 ± 0,01 ^{ab}	4,42 ± 0,00 ^e
M ₃ (60%GA-40%MD)	152,52 ± 0,12 ^c	0,95 ± 0,01 ^c	4,44 ± 0,01 ^d
M ₄ (50%GA-50%MD)	116,79 ± 0,38 ^d	0,95 ± 0,01 ^c	4,46 ± 0,01 ^d
M ₅ (40%GA-60%MD)	89,57 ± 0,70 ^e	0,99 ± 0,00 ^a	4,50 ± 0,01 ^c
M ₆ (30%GA-70%MD)	54,11 ± 0,16 ^f	0,99 ± 0,00 ^a	4,56 ± 0,01 ^b
M ₇ (20%GA-80%MD)	55,18 ± 0,04 ^f	0,99 ± 0,01 ^a	4,60 ± 0,01 ^a

Cada valor representa la media de tres repeticiones ± SD. *Se tomó la viscosidad en un tiempo determinado (t=34 s) para los 7 tratamientos; ^{a, b, c, d, e, f}: Letras minúsculas diferentes en la misma columna indica diferencias significativas (P < 0,05)

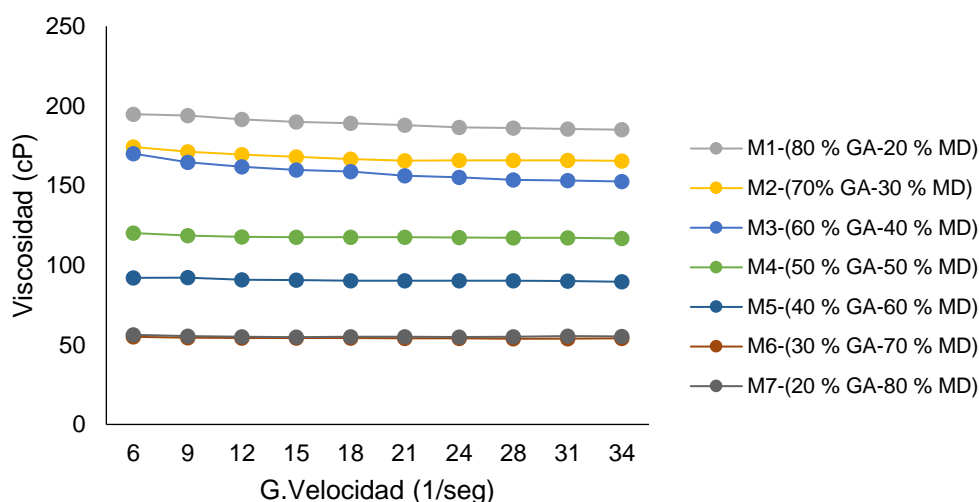


Figura 13. Viscosidad de los tratamientos de mezclas de materiales de pared (GA y MD) para la microencapsulación (t=34 s)

A continuación en la Figura 14, se muestra la gráfica del proceso de liofilizado, a la que fueron sometido los tratamientos (T₁, T₂, T₃, T₄, T₅, T₆, y T₇), llegando en dos hora a una temperatura en el condensador de -35 °C, la cual se mantuvo durante 30 minutos. Seguidamente los tratamiento fueron subidos a la cabina de sublimación por un lapso de 21,5 horas hasta llegar a una temperatura constante de 26,5 °C, obteniendo los siguientes rendimientos de secado para los

tratamientos antes mencionados: 35,13 %; 37,47 %; 36,49 %; 38,40 %; 34,30 %; 36,55 % y 36,97 %, respectivamente.

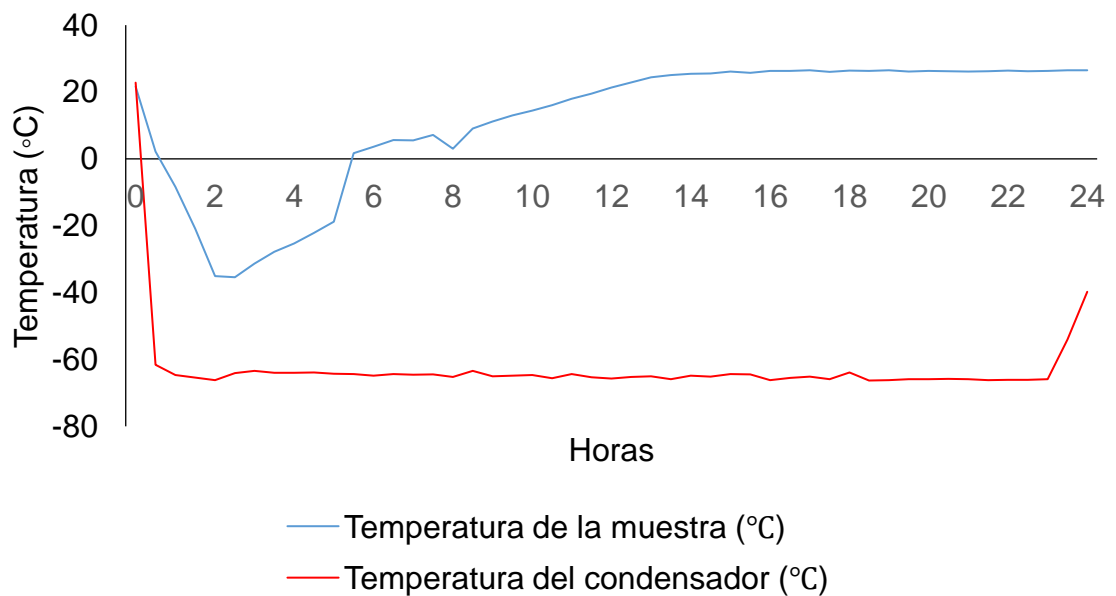


Figura 14. Curva del secado por liofilización de la emulsión

Por otro lado se caracterizó las microcápsulas con los siguientes análisis:

- **Humedad, Aw y eficiencia de encapsulación**

A continuación se puede visualizar los resultados obtenidos de la caracterización de la microcápsulas, su contenido de agua al final de proceso de liofilizado y también la eficiencia de encapsulación el cual se obtuvo, realizando el procedimiento como se describe en el ítem 3.7.3. Cuyos valores se detallan en la Tabla 19.

Con relación a la humedad de las microcápsulas, mediante el secado por liofilización en la Tabla 19, muestra un incremento en la humedad de $6,07 \pm 0,60$ a $10,89 \pm 1,08$ del T₁ al T₄, respectivamente y de $6,82 \pm 0,87$ a $11,90 \pm 0,12$ del T₅ al T₇, variación que probablemente se dio porque el secado con el equipo liofilizador (Freeze Dryer) MRC. FDL-10N-50-BA no es uniformes.

Tabla 19. Características fisicoquímicas de las microcápsulas

Tratamientos	Humedad (%)	Aw*	% EE**
T ₁	6,07 ± 0,60 ^c	0,16 ± 0,00 ^e	62,17 ± 2,56 ^d
T ₂	7,02 ± 0,13 ^{bc}	0,20 ± 0,01 ^d	68,15 ± 1,01 ^c
T ₃	7,38 ± 0,50 ^{bc}	0,17 ± 0,01 ^e	67,50 ± 0,65 ^c
T ₄	10,89 ± 1,08 ^a	0,47 ± 0,00 ^a	70,16 ± 1,66 ^{bc}
T ₅	6,82 ± 0,87 ^c	0,35 ± 0,00 ^b	72,09 ± 2,14 ^{abc}
T ₆	7,90 ± 0,55 ^b	0,32 ± 0,01 ^c	74,02 ± 1,92 ^{ab}
T ₇	11,90 ± 0,12 ^a	0,32 ± 0,01 ^c	75,37 ± 1,51 ^a

Cada valor representa la media de tres repeticiones ± SD. * Aw: Actividad de agua, **% EE = Eficiencia de encapsulación; ^{a,b,c,d,e}: Letras diferentes en la misma columna indica diferencias significativas (P < 0,05).

- Microfotografía electrónica de barrido y espectrometría Raman

Para realizar la microfotografía se seleccionó el mejor tratamiento (T₇) según % EE del aceite esencial de perejil (*petroselinum crispum*) (ver Tabla 19), cuyas microfotografías se obtuvieron de un microscopio electrónico de barrido o SEM (Scanning Electron Microscopy) de escritorio Phenon ProX con una porta muestras de reducción de carga con detector BSD y una intensidad de 5 Kv.(ver anexo 5), en donde se observa la morfología superficial de las microcápsulas en forma de polvo, obtenida de la microencapsulación secado con la técnica de liofilizado. Por otra parte se describe a detalle la morfología en la Tabla 20 según la Figura 15.

Tabla 20. Características morfológicas del mejor tratamiento (T₇)

Características	Resultados
Tamaño	Alto
Morfología	Amorfo y partículas irregulares

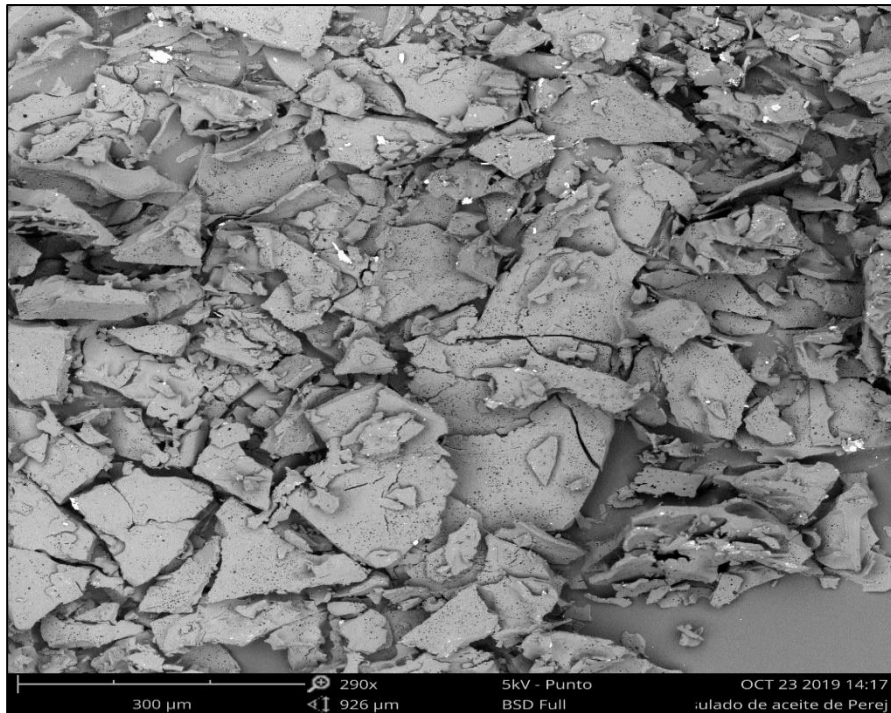


Figura 15. Microfotografía SEM del mejor tratamiento (T₇)

También se obtuvo resultados de espectrometría Raman (ver anexo 6) el cual nos proporcionó información química y estructural de la microcápsula, el cual nos permitió identificar espectro general según muestra en la Figura 16.

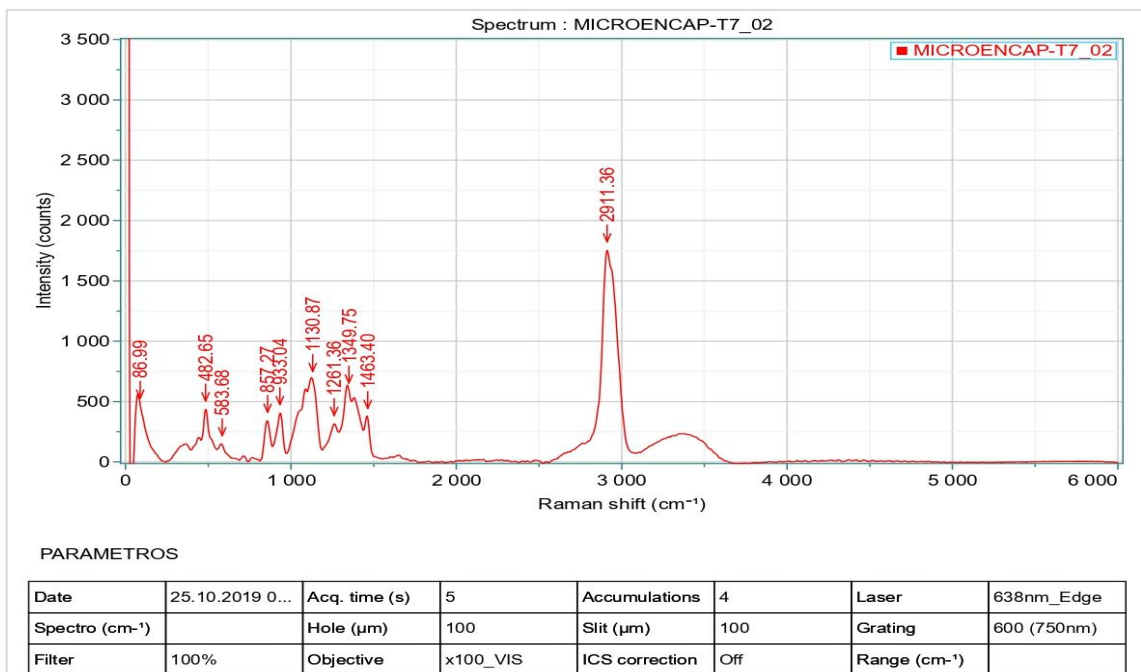


Figura 16. Análisis espectral

En la Figura 17 se muestra la identificación espectral del compuesto principal de las microcápsulas.

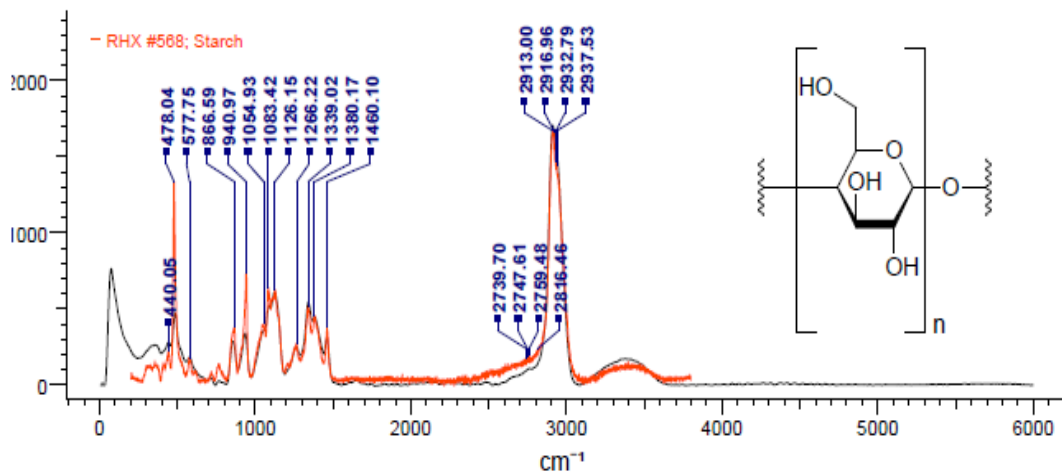


Figura 17. Identificación del compuesto principal

Mediante la intensidad de dispersión Raman se obtuvo en su mayoría enlaces correspondientes al grupo Glicol de polietileno (amorfo), conformando la estructura de la maltodextrina, en la clasificación de poliésteres-polímeros IR, en un rango desde 820-3450 con intensidad de medio débil, medio y medio fuerte, cuyos compuestos forman parte del material encapsulante, y que contenía el mayor porcentaje de la mezcla, básicamente es el compuesto principal en análisis.

La identificación de los grupos funcionales se puede apreciar en la Figura 18, que muestra la refracción de los compuestos la que se traduce en curvas.

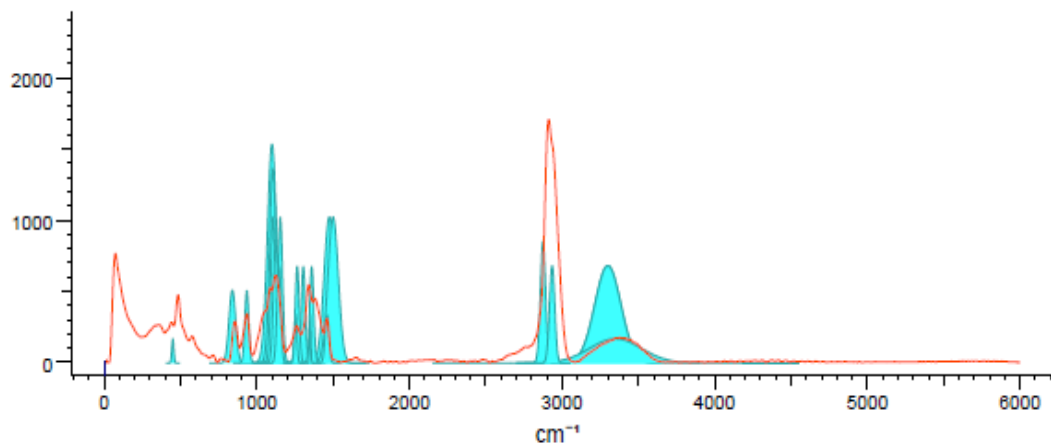


Figura 18. Identificación de grupos funcionales

En la Tabla 21, se detalla los compuestos, según el modo de respuesta a la vibración de compuestos en base a la intensidad de luz RAMAN, identificando la longitud de onda (cm^{-1}), la que ayuda a la clasificación por grupos funcionales.

Tabla 21. Grupos funcionales de microcápsulas del mejor (T_7)

Clasificación	Grupo	Enlace	Rango	Intensidad	Modo
Compuestos azufrados	R-N=S=O	N=S=O	1300 -1230	Variable	estiramiento anti simétrico
		N=S=O	1180 - 1110	Variable	extensión simétrico
Alcoholes	$(R)_2\text{CH-OH}$	OH	3400-3200	Variable	extensión
		OH	1350-1260	fuerte	deformación
		C-O	1125-1090	fuerte	extensión
Alcoholes	$(R)_3\text{CH-OH}$	OH	3400-3200	variable	extensión
		OH	1410-1310	fuerte	deformación
		C-O	1210-1100	fuerte	extensión
Compuestos de sulfuro	S-S	S-S	500-400	variable-débil	extensión
Éteres	$\text{RCH}_2\text{-O-CH}_2\text{R}$	C-O-C	1150-1060	variable-fuerte	estiramiento anti simétrico
Compuestos de sulfuro	C=S	C=S	1200-1050	medio-fuerte	extensión
Peróxidos	R-O-O-R	O-O	880-800	débil	extensión
Triazinas	C-N=N-NH-C	N=N	1550-1450	medio	extensión
Compuestos azo	N=N	N=N	1550-1400	medio	extensión
poliéteres-polímero IR	Glicol de polietileno (amorfo)	OH	3450-3250	medio-débil	extensión
		CH ₂	2960-2910	medio	estiramiento antisimétrico
		CH ₂	2900-2850	medio	extensión simétrico
		CH ₂	1480-1440	medio-débil	combinación
		CH ₂	1370-1330	medio-débil	combinación
		CH ₂	1280-1230	medio-débil	combinación
		C-O	1130-1070	fuerte	estiramiento antisimétrico
C-O	1050-820	medio-débil	extensión simétrico		

4.4. Evaluación de la influencia de las microcápsulas en la carne de res

4.4.1. En las características físico químicas

4.4.1.1. Determinación de humedad

Como puede observar en la Tabla 22 valores obtenidos de los análisis, para conocer la cantidad de agua contenida en la carne de res, al inicio del tratamiento y durante su evaluación.

Tabla 22. Valores del % humedad en los días de evaluación de carne de res con microcápsulas

Tratamientos	Humedad (%)				
	Días				
	0	3	6	9	12
T ₀	75,46 ± 3,92 ^{a,A}	75,03 ± 1,55 ^{a,A}	73,80 ± 1,07 ^{a,A}	-	-
MC _{1:0,5 g}	75,26 ± 0,15 ^{a,A}	71,05 ± 0,59 ^{b,B}	72,34 ± 2,34 ^{ab,AB}	72,29 ± 0,83 ^{a,AB}	-
MC _{2:1,0 g}	75,01 ± 1,00 ^{a,A}	67,92 ± 1,70 ^{bc,B}	69,10 ± 1,69 ^{bc,B}	70,00 ± 1,27 ^{a,B}	69,73 ± 0,85 ^{a,B}
MC _{3:1,5 g}	75,11 ± 0,88 ^{a,A}	64,75 ± 0,87 ^{c,B}	66,20 ± 1,34 ^{c,B}	65,99 ± 0,41 ^{b,B}	66,08 ± 1,07 ^{a,B}

Cada valor representa la media de tres repeticiones ± SD; ^{a, b, c}: Letras minúsculas diferentes en la misma columna indica diferencias significativas (P < 0,05). ^{A, B, C}: Letras mayúsculas diferentes en filas indica diferencias significativas (P < 0,05).

Como se reporta en la Tabla 22, en el día 0 el T₀ reporta un valor de 75,46 ± 3,92; que no presenta diferencias significativas con los demás tratamientos; para el día 3 se puede observar que hay una disminución en el % para todo los tratamientos, presentando mayor contenido de agua T₀ = 75,03 ± 1,55; y una disminución en MC_{1:0,5 g}, MC_{2:1,0 g} y MC_{3:1,5 g}, mostrando la misma tendencia en el día 6, 9 y 12, la cual se puede apreciar el comportamiento en el transcurso en la Figura 19.

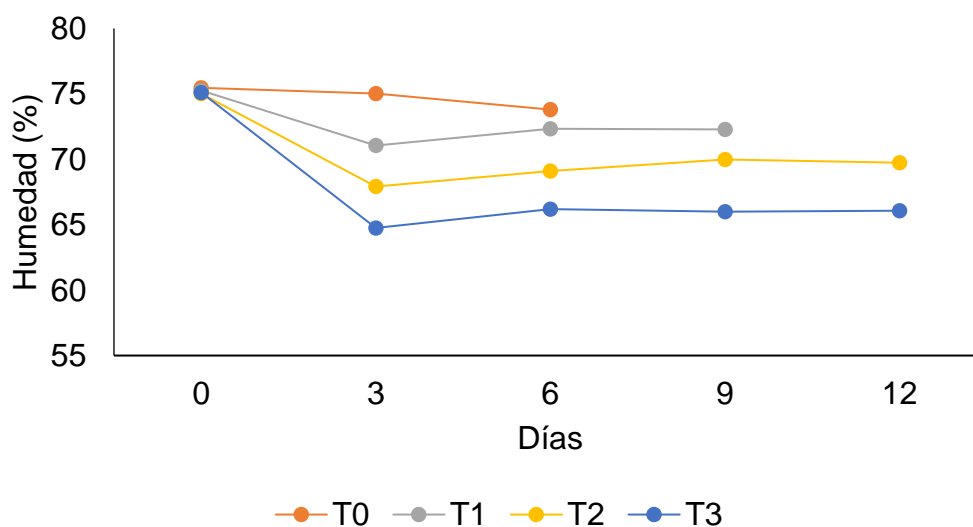


Figura 19. Comportamiento del % de humedad en los días de evaluación

4.4.1.2. Determinación de cenizas

En resumen en la Tabla 23 se presenta los valores de cenizas que se obtuvo en los análisis por tratamiento y durante los días de evaluación de la carne con microcápsulas de aceite esencial de perejil liofilizadas.

Tabla 23. Valores del % cenizas en la evaluación de carne de res con microcápsulas

Tratamientos	Cenizas (%)				
	Días				
	0	3	6	9	12
T ₀	1,17 ± 0,26 ^{a,A}	1,17 ± 1,11 ^{a,A}	0,85 ± 2,98 ^{a,A}	-	-
MC _{1:0,5 g}	1,05 ± 0,60 ^{a,A}	1,12 ± 1,09 ^{a,A}	1,08 ± 2,84 ^{a,A}	0,78 ± 4,75 ^{a,A}	-
MC _{2:1,0 g}	1,10 ± 0,64 ^{a,B}	1,25 ± 1,01 ^{a,A}	0,94 ± 0,70 ^{a,C}	0,85 ± 0,70 ^{ab,C}	0,87 ± 0,70 ^{a,C}
MC _{3:1,5 g}	1,04 ± 0,70 ^{a,A}	1,05 ± 0,70 ^{a,A}	1,21 ± 0,70 ^{a,A}	0,93 ± 0,70 ^{b,A}	0,93 ± 0,70 ^{a,A}

Cada valor representa la media de dos repeticiones ± SD. ^{a, b, c, d}: Letras minúsculas diferentes en la misma columna indica diferencias significativas (P < 0,05). ^{A, B, C}: Letras mayúsculas diferentes en la misma fila indica diferencias significativas (P < 0,05).

Como se reporta en la Tabla 23, en el día 0, 3 y 6 no existe diferencias significativas entre el testigo (T₀) y los tratamientos MC_{1:0,5 g}, MC_{2:1,0 g} y MC_{3:1,5 g}, en el día 9 se muestra diferencia significativa entre los tratamientos, no obstante el día 12 no se observa diferencia entre los tratamientos MC_{2:1,0 g}, y MC_{3:1,5 g}. Pero durante los días de evaluación en cuanto a los contenidos de ceniza no se reporta diferencias entre el testigo (T₀) y los tratamientos MC_{1:0,5 g}, y MC_{3:1,5 g}, a diferencia del MC_{2:1,0 g} presenta diferencia en el transcurso de los días, cambios que probablemente se deban a la interacción de la microcápsulas con los procesos bioquímicos de la carne, la cual no se podría afirmar a falta de mayor estudio. Comportamiento de valores reflejado en la Figura 20.

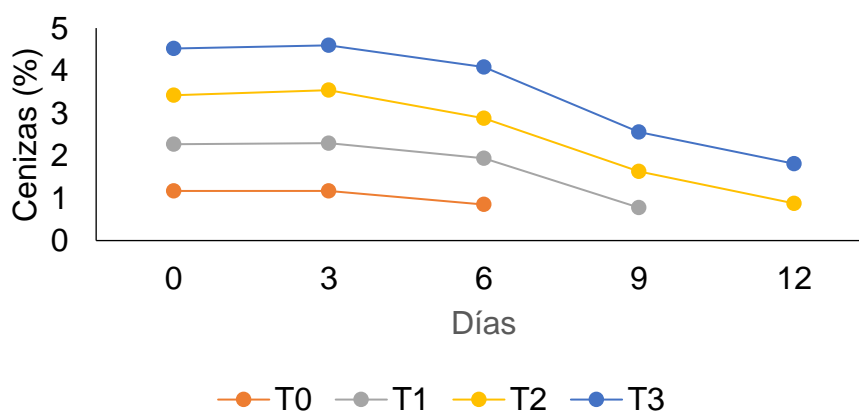


Figura 20. Comportamiento del % de ceniza en los días de evaluación

4.4.1.3. Determinación de pH

A continuación se muestra en la Tabla 24 los resultados del pH durante los días de evaluación.

Tabla 24. Valores de pH en los días de evaluación de carne de res con microcápsulas

Tratamientos	pH				
	Días				
	0	3	6	9	12
T ₀	5,81 ± 0,02 ^{a,B}	5,45 ± 0,05 ^{b,C}	6,14 ± 0,02 ^{a,A}	-	-
MC _{1:0,5 g}	5,67 ± 0,0 ^{b,A}	5,63 ± 0,02 ^{a,AB}	5,59 ± 0,02 ^{b,B}	5,63 ± 0,04 ^{a,B}	-
MC _{2:1,0 g}	5,58 ± 0,0 ^{c,A}	5,50 ± 0,01 ^{b,B}	5,48 ± 0,02 ^{c,B}	5,42 ± 0,02 ^{b,C}	5,60 ± 0,01 ^{a,A}
MC _{3:1,5 g}	5,50 ± 0,02 ^{d,A}	5,30 ± 0,01 ^{c,C}	5,26 ± 0,04 ^{d,CD}	5,23 ± 0,02 ^{c,D}	5,43 ± 0,02 ^{a,B}

Cada valor representa la media de tres repeticiones ± SD; ^{a, b, c}: Letras minúsculas diferentes en la misma columna, muestran diferencias significativas (P < 0,05); ^{A, B, C}: Letras mayúsculas diferentes en la misma fila muestran diferencias significativas (P < 0,05).

Como se reporta en la Tabla 24, el pH en el día 0 el T₀ reporta un valor de 5,81 ± 0,02^{a,B}, que presenta diferencias significativas con los demás tratamientos (MC_{1:0,5 g} = 5,67 ± 0,0^{b,A}, MC_{2:1,0 g} = 5,58 ± 0,01^{c,A} y MC_{3:1,5 g} = 5,50 ± 0,02^{d,A}); para el día 3 se puede observar que hay una disminución en el pH, seguidamente en el día 9 el oscila pH mínima disminución MC_{1:0,5 g}, MC_{2:1,0 g} y MC_{3:1,5 g} con respecto al día anterior, comportamiento que se muestra en el MC_{2:1,0 g} y MC_{3:1,5 g} en el día 12, pero en el testigo un incremento en su valor de T₀ = 6,14 ± 0,02^{a,A}; a la vez en la evaluación de cada durante los días de evaluación que muestra la Figura 21, el testigo muestra diferencias, al igual que los tratamiento MC_{3:1,5 g}, con referencia a MC_{1:0,5 g} se observa una diferencia entre los días 0, 3 y 6, pero en el día 6 y 9 no hay diferencia, asimismo el MC_{2:1,0 g} existe diferencias entre todo los días de evaluación, excepto entre el día 3 y 6.

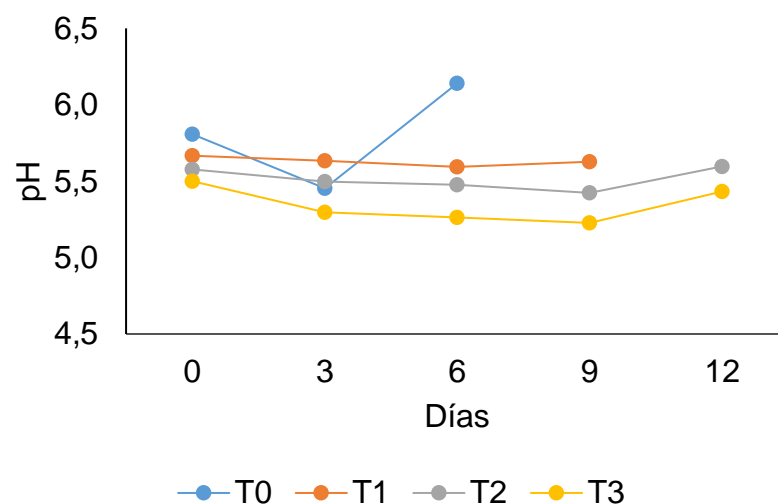


Figura 21. Comportamiento del pH en los días de evaluación.

4.4.1.4. Determinación de acidez

Se obtuvieron los resultados de acidez que ayudó para analizar el comportamiento bioquímico de la carne valor al detalle en la Tabla 25.

Tabla 25. Valores de % de acidez en los días de evaluación de carne de res con microcápsulas

Tratamientos	Acidez (% de ácido láctico)				
	Días				
	0	3	6	9	12
T ₀	0,49 ± 0,02 ^{a,B}	0,52 ± 0,02 ^{a,B}	0,60 ± 0,02 ^{a,A}	-	-
MC _{1:0,5 g}	0,44 ± 0,02 ^{a,B}	0,44 ± 0,02 ^{ab,B}	0,41 ± 0,02 ^{b,B}	0,52 ± 0,04 ^{a,A}	-
MC _{2:1,0 g}	0,46 ± 0,02 ^{a,A}	0,44 ± 0,02 ^{ab,A}	0,36 ± 0,03 ^{b,B}	0,41 ± 0,02 ^{b,AB}	0,41 ± 0,02 ^{a,AB}
MC _{3:1,5 g}	0,45 ± 0,03 ^{a,A}	0,42 ± 0,04 ^{b,AB}	0,35 ± 0,04 ^{b,B}	0,35 ± 0,01 ^{b,B}	0,35 ± 0,01 ^{a,B}

Cada valor representa la media de tres repeticiones ± SD; ^{a, b}: Letras diferentes en la misma columna indica diferencias significativas (P < 0,05). ^{A, B}: Letras mayúsculas diferentes en la misma fila indica diferencias significativas (P < 0,05).

Los valores obtenidos en la Tabla 25 con respecto a acidez en el día 0 no existe diferencia, para el día 3 son iguales (MC_{1:0,5 g} y MC_{2:1,0g}) los otros diferentes. Para el día 6 no muestran diferencia a excepción de T₀, el MC_{1:0,5 g} es diferente en el día 9, pero el MC_{2:1,0 g} y MC_{3:1,5 g} no muestran diferencia en el día 12. En cambio en las evaluación de cada tratamiento durante los día, el T₀ no hay diferencia en su evaluación entre el día 0 y 3, pero en el 6 muestra diferencia, en cuanto al (MC_{1:0,5 g} y MC_{2:1,0g}) entre el día 0, 3 y 6 no hay diferencia a excepción del MC_{2:1,0 g} en el día 6, pero en el día 9 muestra diferencia n relación al día anterior, pero MC_{2:1,0g} en el día 12 es igual al 9. Para el MC_{3:1,5 g} durante los días de evaluación no muestra

diferencia entre días a excepción del día 3. Valores que están plasmados en la Figura 22.

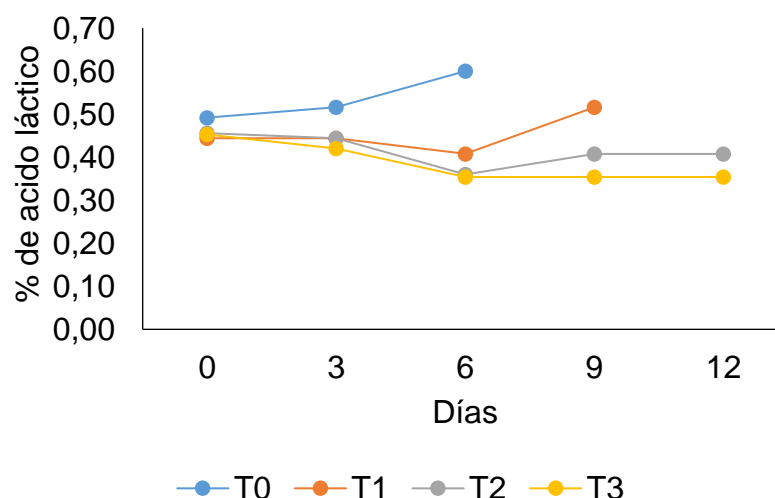


Figura 22. Comportamiento del % de acidez en la evaluación

4.4.1.5. CRA (capacidad de retención de agua)

Seguido se muestra en la Tabla 26 los valores del CRA, con la interacción entre tratamientos y el comportamiento de cada tratamiento durante los días de evaluación.

Tabla 26. Valores de CRA en los días de evaluación de carne de res con microcápsulas

Tratamientos	CRA (mL agua/100g carne)				
	Días				
	0	3	6	9	12
T ₀	18,67 ± 0,02 ^{a,A}	15,33 ± 0,03 ^{a,A}	16,67 ± 0,03 ^{a,A}	-	-
MC _{1:0,5 g}	19,33 ± 0,01 ^{a,A}	19,33 ± 0,01 ^{a,A}	18,00 ± 0,01 ^{a,A}	17,33 ± 0,02 ^{a,A}	-
MC _{2:1,0 g}	20,00 ± 0,01 ^{a,A}	18,67 ± 0,01 ^{a,A}	16,67 ± 0,03 ^{a,A}	16,00 ± 0,03 ^{a,A}	16,67 ± 0,04 ^{a,A}
MC _{3:1,5 g}	20,00 ± 0,00 ^{a,A}	19,33 ± 0,02 ^{a,A}	16,00 ± 0,03 ^{a,A}	16,67 ± 0,02 ^{a,A}	16,67 ± 0,02 ^{a,A}

Cada valor representa la media de tres repeticiones ± SD. ^a: Letras minúsculas igual en la misma columna no indica diferencias significativas (P > 0,05). ^A: Letras mayúsculas igual en la misma fila no indica diferencias significativas (P > 0,05).

Lo reportado en la Tabla 26 nos indica que para el CRA no existen diferencias significativas, tanto en la interacción de tratamientos en los días y por cada tratamiento durante todos los días de evaluación, cuyo comportamiento está reflejado en la Figura 23.

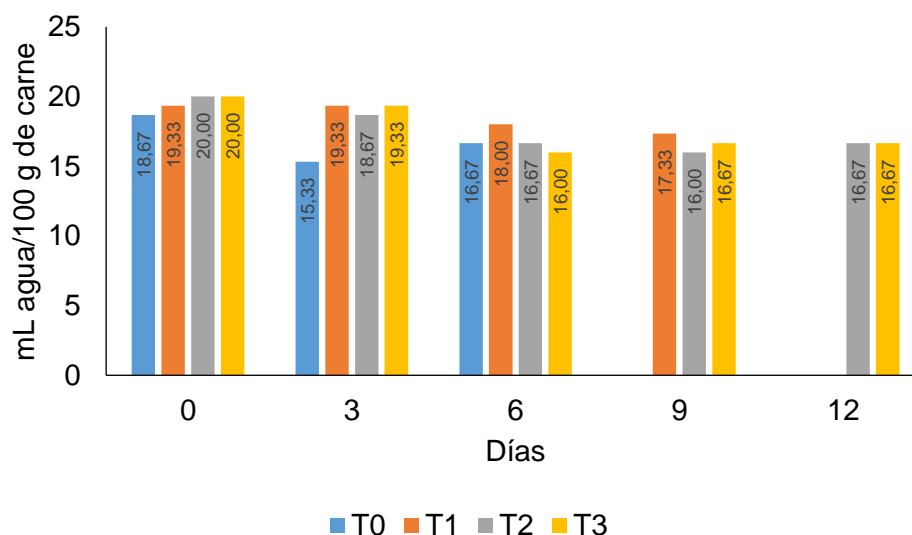


Figura 23. Variación del CRA en los días de evaluación.

4.4.1.6. Evaluación del color

A continuación en la Tabla 27 se reportan los valores obtenidos, mediante el colorímetro, que fueron interpretados con la paleta de colores de la Figura 25, a la vez se evidencia en la Figura 24 el comportamiento en los días de evaluación.

Tabla 27. Efecto del microencapsulado en los parámetros de color instrumental (*CIE a**, *b**, *L**) de carne de res durante el almacenamiento a 4 ° C

Días	0	3	6	9	12
Parámetros de color					
Valor L*					
T ₀	38,15 ± 0,94 ^{a,A}	36,92 ± 3,19 ^{a,AB}	34,48 ± 2,41 ^{b,B}	-	-
MC _{1:0,5 g}	36,65 ± 1,63 ^{a,A}	36,20 ± 1,52 ^{a,A}	36,12 ± 4,21 ^{b,A}	35,08 ± 1,27 ^{b,A}	-
MC _{2:1,0 g}	36,02 ± 2,48 ^{a,A}	36,32 ± 2,58 ^{a,A}	37,03 ± 0,63 ^{b,B}	41,30 ± 1,75 ^{a,B}	41,67 ± 1,69 ^{a,B}
MC _{3:1,5 g}	37,08 ± 4,06 ^{a,A}	36,87 ± 3,52 ^{a,A}	41,27 ± 1,58 ^{a,A}	39,37 ± 1,14 ^{a,A}	38,70 ± 1,77 ^{b,A}
Valor a*					
T ₀	12,58 ± 1,65 ^{a,B}	7,62 ± 0,93 ^{b,A}	7,32 ± 1,28 ^{b,A}	-	-
MC _{1:0,5 g}	12,80 ± 1,38 ^{a,A}	12,30 ± 2,03 ^{a,A}	7,67 ± 2,77 ^{ab,B}	4,97 ± 1,62 ^{b,B}	-
MC _{2:1,0 g}	11,20 ± 1,83 ^{a,A}	10,94 ± 1,86 ^{ab,AB}	10,83 ± 2,67 ^{a,AB}	8,17 ± 0,76 ^{a,B}	8,03 ± 0,83 ^{a,B}
MC _{3:1,5 g}	11,82 ± 3,27 ^{a,A}	11,82 ± 3,27 ^{a,A}	8,03 ± 1,10 ^{ab,AB}	7,85 ± 1,34 ^{a,B}	7,13 ± 1,58 ^{a,B}
Valor b*					
T ₀	15,38 ± 1,45 ^{a,A}	10,02 ± 4,78 ^{a,B}	9,93 ± 1,74 ^{b,B}	-	-
MC _{1:0,5 g}	11,37 ± 1,59 ^{b,A}	10,53 ± 2,19 ^{a,A}	9,15 ± 1,11 ^{b,A}	9,02 ± 0,54 ^{b,A}	-
MC _{2:1,0 g}	10,25 ± 0,85 ^{b,C}	11,07 ± 1,25 ^{a,AB}	11,45 ± 1,98 ^{ab,AB}	13,62 ± 2,13 ^{a,A}	13,70 ± 1,78 ^{a,A}
MC _{3:1,5 g}	10,60 ± 0,78 ^{b,C}	11,42 ± 1,58 ^{a,BC}	13,72 ± 1,68 ^{a,AB}	13,85 ± 1,53 ^{a,A}	14,12 ± 1,06 ^{a,A}

Cada valor representa la media de seis repeticiones ± SD; ^{a, b:} Letras minúsculas diferentes en la misma columna indica diferencias significativas (P < 0,05); ^{A, B:} Letras mayúsculas diferentes en la misma fila indica diferencias significativas (P < 0,05).

En la Tabla 27 se observa que no existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos en el día 0, 3 y 6, excepto en el MC_{3:1,5 g} para el día 6; en el día 9 si existe diferencias significativas entre los tratamientos (MC_{1:0,5 g}, MC_{2:1,0 g} y MC_{3:1,5 g}), mas no entre MC_{2:1,0 g} y MC_{3:1,5 g}; la diferencia del valor L* entre estos tratamientos se debe a la presencia de microcápsulas disminuyendo la coloración de la carne con el tiempo. En el día 12 entre MC_{2:1,0 g} y MC_{3:1,5 g} existe diferencia, el MC_{2:1,0 g} con respecto a la evaluación anterior no muestra demasiado cambio debido a la concentración de microcápsulas, asumiendo que es la cantidad óptima.

En cuanto al parámetro a*, en el día 0 no existe diferencias significativas entre los tratamientos, pero en el día 3 y 6 existe diferencias entre los tratamientos siendo estadísticamente igual el MC_{1:0,5 g} y MC_{3:1,5 g}, y diferentes el T₀ y MC_{2:1,0 g}. Para el día 9 existen diferencias entre los tratamientos, siendo MC_{1:0,5 g} diferente. Para el día 12 los tratamientos evaluados (MC_{2:1,0 g} y MC_{3:1,5 g}) no presentaron diferencia. Estos resultados se pueden observar mejor en la Figura 24.

En cuanto al valor b*, en el día 0 no existe diferencias significativas entre los tratamientos excepto en el testigo, pero en el día 3 no existe diferencia, pero el día 6 existe diferencias entre los tratamientos, más el T₀ y MC_{1:0,5 g}, en el día 9 son iguales MC_{2:1,0 g} y MC_{3:1,5 g} mas no el MC_{1:0,5 g}, en el último día de evaluación (MC_{2:1,0 g} y MC_{3:1,5 g}) ambos son iguales. Cada tratamiento en los días de evaluación entre el T₀ y MC_{1:0,5 g}, no existe diferencias, pero entre MC_{2:1,0 g} y MC_{3:1,5 g} en el día 0 y 6 no hay diferencia, pero si en el día 3, por otra parte en el día 9 y 12 ambos son iguales. Comportamiento que se visualiza mejor en la Figura 24.

A continuación en la Figura 25 puede observar en la paleta de colores que ayudó en la interpretación de los resultados, es el espacio cromático CIELab (L*, a* y b*).

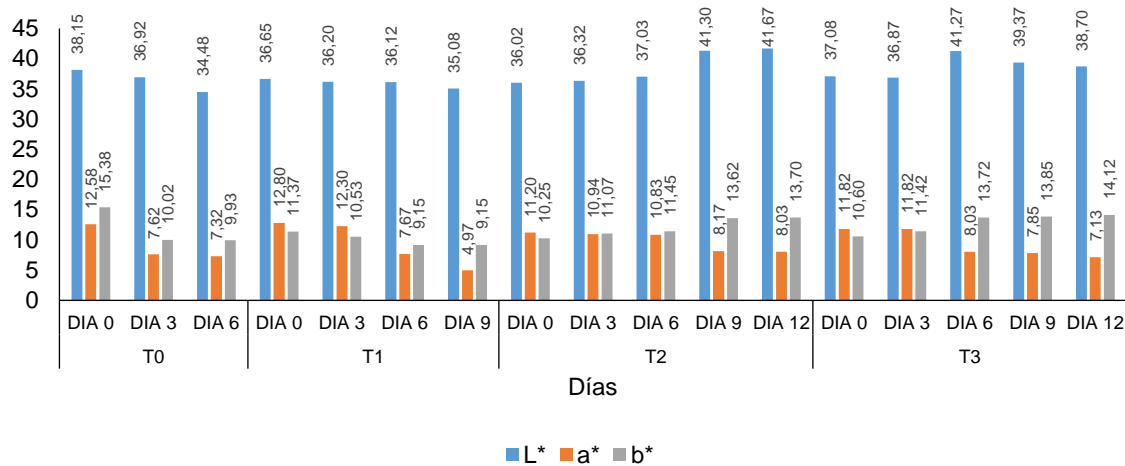
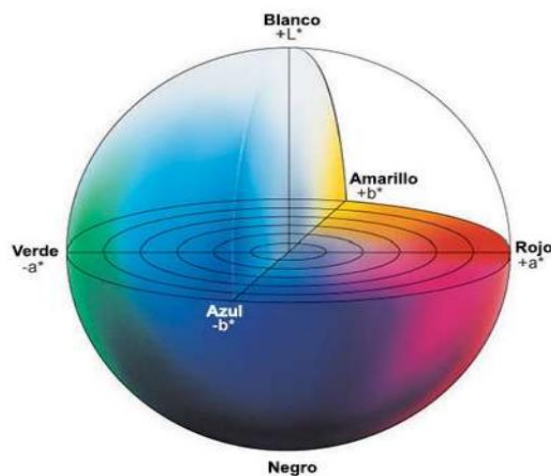


Figura 24. Comportamiento de valores L*, a* y b* en la evaluación.



Fuente: Konica Minolta, 2014

Figura 25. Espacio cromático CIELab (L*, a*, b*)

4.4.2. En las características sensoriales

En la tabla 28, se muestra los promedios de los tratamientos de acuerdo a los atributos sensoriales de la carne de res con microcápsulas conteniendo el aceite esencial de perejil en el día 9 de evaluación.

Tabla 28. Tratamientos de acuerdo a los atributos sensoriales de color, olor, sabor y textura

Tratamientos	Atributos sensoriales (promedios)			
	Color	Olor	Sabor	Textura
MC ₁ :0,5 g	5,06 ^a	5,06 ^a	4,88 ^a	4,82 ^a
MC ₂ :1,0 g	5,00 ^a	4,94 ^a	4,00 ^b	4,82 ^a
MC ₃ :1,5 g	5,00 ^a	4,65 ^a	4,06 ^b	4,53 ^a

Cada valor representa la media de la evaluación sensorial entre panelista; ^{a, b}: Letras minúsculas diferentes en la misma columna indica diferencias significativas (P < 0,05).

En la tabla 28 con respecto al atributo color para el MC_{1:0,5 g}; MC_{2:1,0 g} MC_{3:1,5 g}, se puede observar que no existe diferencia significativa, según la evaluación no paramétrica de Friedman con un nivel de significancia ($P > 0,05$), por otro lado, para el atributo olor no hay diferencia significativa entre MC_{1:0,5 g}; MC_{2:1,0 g} MC_{3:1,5 g}, obteniéndose un nivel de significancia ($P > 0,05$). Asimismo en cuanto al atributo sabor se observa que los tratamientos MC_{1:0,5 g}; MC_{2:1,0 g} MC_{3:1,5 g}, presenta diferencia significativa entre tratamientos, según la evaluación no paramétrica de Friedman con un nivel de significancia ($P \leq 0,05$). Finalmente para la textura se obtuvo que no hay diferencias significativas con un valor estadístico significativo de ($P > 0,05$).

4.4.3. En la inhibición microbiana de la carne

A continuación en la Tabla 29 se muestra los resultados de los análisis microbiológicos de la carne de res, codificados, el testigo (T_0) y a los tratamientos en la cual se utilizó microcápsulas con aceite esencial de perejil, en gramos fueron MC_{1= 0,5 g}, MC_{2= 1,0 g} y MC_{3= 1,5 g}, con evaluaciones en el día (0, 3, 6, 9 y 12).

En cuanto a los resultados microbiológicos, los valores de la Tabla 29 reflejan el comportamiento de microorganismos en Log (UFC/g) en los días de evaluación, iniciando en el día 0, el testigo (T_0), aerobios mesófilos y *staphylococcus aureus* se encuentran en el rango de la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, normatividad de criterios microbiológicos, mientras tanto en *salmonella*, hay presencia y en *Echerichia coli* el conteo muestra cantidades > 2 Log (UFC/g). Por otro lado se observa en forma horizontal en el transcurso de la evaluación que se mantienen en 2 Log (UFC/g), pero de manera vertical muestra el mismo comportamiento con microcápsulas en el día 6, 9 y 12, pero en el día 3 mostro < 1 Log (UFC/g), a la vez cuyo valores continúan en rango, a diferencia del T_0 muestra incremento fuera de los parámetros en el día 3 y 6 para los microorganismos evaluados, excepto en *staphylococos aureus* en el día 3 se mantiene en el rango, siendo último día de evaluación para T_0 el día 6. Asimismo con respecto al MC_{1:0,5 g} no se encuentra en límite para *staphylococcus aureus* para los otros si, siendo descartado en el día 9, para finalizar el MC_{2:1,0 g} y el MC_{3:1,5 g} cumplen con la normatividad para los microorganismos en evaluación.

Tabla 29. Análisis microbiológico para la determinación de aerobios mesófilos, *staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Echerichia coli*, en la carne de res envasada con microcápsulas

Aerobio mesófilos Log (UFC/g)					
Tratamientos	Días				
	0	3	6	9	12
T ₀	2	> 2	> 2	-	-
MC _{1:0,5 g}	-	2	2	3	-
MC _{2:1,0 g}	-	< 1	2	2	2
MC _{3:1,5 g}	-	< 1	2	2	2
Staphylococcus aureus Log (UFC/g)					
Tratamientos	Días				
	0	3	6	9	12
T ₀	3	3	3	-	-
MC _{1:0,5 g}	-	3	3	3	-
MC _{2:1,0 g}	-	2	2	2	2
MC _{3:1,5 g}	-	2	2	2	2
Salmonella Log (UFC/g)					
Tratamientos	Días				
	0	3	6	9	12
T ₀	Presencia	Presencia	Presencia	-	-
MC _{1:0,5 g}	-	Ausencia	Ausencia	Ausencia	-
MC _{2:1,0 g}	-	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
MC _{3:1,5 g}	-	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Escherichia coli Log (UFC/g)					
Tratamientos	Días				
	0	3	6	9	12
T ₀	> 2	> 2	> 2	-	-
MC _{1:0,5 g}	-	2	2	2	-
MC _{2:1,0 g}	-	2	2	2	2
MC _{3:1,5 g}	-	< 1	2	2	2

V. DISCUSIÓN

5.1. Del proceso de secado de hojas y extracción del aceite esencial de perejil

Los resultados que se obtuvo en la Tabla 14, siendo humedad de 86,00 % y cenizas de $6,80 \pm 0,38$, datos que son menores que los mencionados por García *et al.* (2010), debido posiblemente a la escases de lluvias y la infertilidad del suelo.

La Tabla 15 nos detalla que el rendimiento por operación de secado de las hojas de perejil a una temperatura de 60°C por tres horas como lo indicado por García *et al.* (2010), en cuanto a temperatura mas no el tiempo; mediante un secador de bandejas, siendo de 21,50 % y un rendimiento en proceso de 7.10 %, asimismo el rendimiento de extracción del aceite esencial de las hojas secas en rendimiento de operación de 0,17 % y de proceso es 0,01 %, que se encuentra en el rango de rendimiento de los aceites esenciales de plantas indicado por SENA (2012) y Arning y Velásquez (2000). Asimismo Vivanco *et. al.* (2012), reporta un rendimiento de 0,02 % v/p, en hojas frescas de perejil; resultado que difiere por las características de la materia prima empleada en su investigación.

Obtuvimos 0,93 g/mL de densidad la cual es menor que la del agua ajustándose a lo mencionado por Arning y Velásquez (2000); y el valor de índice de refracción de 1,51; el cual se ajusta al rango afirmado por Fontenla, (2006). Por otra parte Dominguez, (1973) indica en su trabajo de investigación que con una densidad mayor a 0,9 g/mL y un índice de refracción mayor a 1,47 se encuentran posibles componentes como hidrocarburos aromáticos, compuestos oxigenados aromáticos o alicíclicos, el cual probablemente se encuentren en el aceite esencial de perejil obtenido para la investigación según la característica fisicoquímica (ver Tabla 16)

5.2. Del efecto antimicrobiano del aceite esencial de perejil extraído

La Tabla 17 expresa resultados que difiere en cuanto a la medida de los halos adquirido por reportado por Vivanco *et al.*, (2012), en definitiva uno de los principales problemas al momento de determinar su actividad antimicrobiana probablemente sea la naturaleza del aceite esencial, el de ser insoluble en agua.

Es importante destacar que en la investigación *Escherichia coli* (serotype O157:H7)(ATCC ® 43888™) mostró resistencia en la evaluación, existiendo la probabilidad de la misma al contenido de GC: 59 % y AT: 41 %, en su pared celular, haciéndolas más fuertes y resistentes frente a los compuestos azufrados, alcoholes, peróxidos y triazinas identificados mediante espectrofotometría Raman a detalle en la Tabla 21, después del microencapsulado, a diferencia con *Salmonella entérica subsp. arizonae* (ATCC®13314™), pese a ser una bacteria gram negativa muestra efecto alguno y la explicación podría ser por la disminución en el porcentaje de GC:43,6 %; en su pared celular, como lo redactado por Figueroa (2005), según su fisiología.

Para ir concluyendo, es probable comentar que los aceites esenciales por lo general muestran efecto antibacteriano, pero el efecto varía en función a la planta y sus componentes bioactivos, reforzando el comentario con lo obtenido por Flores y Puente (2016) en su investigación con aceite esencial de *Piper aduncum* (“matico”) sobre *Escherichia coli*. Logrando evidenciar la formación de halos de inhibición con el aceite esencial (promedio de 0,84 mm); demostrando que el aceite esencial no posee actividad antibacteriana frente a *E. coli*. Por otra parte Abanto y Pérez (2016), emplearon aceite esencial de las hojas de *Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb “muña” en cepas de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, concluyendo que existe efecto antibacteriano sobre las cepas de *Escherichia coli* (ATCC 25922) y *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923).

5.3. Del proceso de microencapsulación

Según los resultados detallados en la Tabla 18 indicaron que a mayor contenido de maltodextrina y menor contenido de goma arábiga la viscosidad disminuye como lo referido por Kanakdande (2007). Por consiguiente se podría decir que la relación numérica entre el esfuerzo de corte y la velocidad de corte, indicó el índice de flujo en un rango de 0,94 a 0,99; cuyo valor es cercano a la unidad, considerándose las diferentes mezclas fluidos newtonianos, cercanos a un pseudoplástico, a la vez se observó que a mayor contenido de maltodextrina se incrementa el pH, siendo M₇ que presenta mayor pH (4,60) y M₁ el menor pH (4.40), lo que concuerda con Lopera *et al.* (2009) y Tiria y Usuga (2016) y viscosidad mínima como cita López *et al.* (2009), estos materiales de pared al

interactuar permiten la formación de una solución estable por la presencia de goma arábica como lo define Reyes (2010), la que mejora la encapsulación del aceite esencial y sus compuestos responsables del sabor y aroma como afirma Orrego (2008), debiéndose al grado de hidrólisis de la maltodextrina como lo citado por Yoshii *et al.* (2001), ya que ese empleo MD con grado de hidrólisis (DE 10).

Así mismo, Fernandes, Borges, & Botrel (2014), utilizo en su investigación una relación de materiales encapsulantes (MD+GA) + agua (95 %) + aceite esencial de romero (5 %); a diferencia con lo que se utilizó en nuestra investigación, de materiales encapsulantes (MD+GA) + agua (97 %) + aceite esencial de perejil (3 %), en la cual mostró 2 % de diferencia que dicho autor, pero que favorece la capacidad de emulsificación por emplear un porcentaje de goma arábica y mejor retención del aceite esencial.

Lo valores de la Tabla 19 mantienen la tendencia, a mayor incremento de maltodextrina hay una disminución en la humedad de (0,56 %), mediante el secado por aspersión, el cual difiere con lo reportado por Lopera *et al.* (2009) a mayor maltodextrina la humedad se incrementa. Adicionalmente en la Tabla 19 se obtuvo un valor máximo de la A_w : $0,47 \pm 0,00$ que se encuentra en el rango indicado por Anker y Reineccius (1998) que es un buen factor en durabilidad para aceite esencial, seguido de la eficiencia de encapsulación que a mayor porcentaje de MD en la mezcla, se incrementa la eficiencia de encapsulación el cual se sustenta con lo descrito por (Kang, Lee, Kim, & Chang, 2019), y la goma arábica cumple un papel muy importante según sus propiedades de actuar con coloide protector y ser un buen agente formador de películas como lo define Yadav *et al.* (2007); y por otra parte el método de liofilizado es el que ofrece las propiedades más deseadas para la encapsulación según Minemoto *et al.* (1997).

Mediante la microscopia electrónica (ver anexo), se ha observado la morfología superficial de la microcápsulas en forma de polvo, obtenidas mediante la técnica de microencapsulación cuya características se reporta en la Tabla 20, la cual guarda relación con lo descrito por (Pellicer *et al.*, 2019).

5.4. De la influencia de las microcápsulas en la carne de res

5.4.1. En las características fisicoquímicas

En cuanto al % humedad de las evaluaciones reportado en la Tabla 22 se encuentra dentro del rango definido por Hernández y Sastre (1999), y al inicio de la evaluación la humedad estuvo superior lo reportado por Belitz y Grosch (1998), esto podría deberse a la especie y el tipo de alimentación del animal. Por otro lado cuyo comportamiento de disminución durante los días evaluados se debe a los cambios bioquímicos que se produce en la carne.

En cuanto al contenido de ceniza según la Tabla 23 se partió de un porcentajes en el testigo de 1,17, valor que cercano como afirma También Belitz y Grosch (1998), y también según el comportamiento de T_0 y los tratamientos, hay una disminución de cenizas en el tiempo, reducción que posiblemente esté relacionada con la pérdida de compuestos inorgánicos, debido a la relajación de los músculos el proceso osmótico y consigo la pérdida del agua.

El resultado reflejado en la Tabla 24 muestra aumento en el pH en el testigo, cambio que se debió a la proliferación de microorganismo patógenos, a diferencia de los demás tratamientos presenta disminución del pH en el transcurso de la evaluación debido al incremento del contenido de ácido láctico el cual causa efecto en el desarrollo de las bacterias resultado de la glucólisis (carbohidratos) como lo describe Dorado, (2011) y FAO, (2001). Con respecto a la acidez (ver Tabla 25) el T_0 posee una tendencia creciente al pasar los días, pero en los demás tratamientos es relativamente oscilante, existiendo la probabilidad de que la composición de la microcápsulas este interactuando con la composición de la carne influenciando en los cambios fisicoquímicos; datos que se pueden observar mejor en la Figura 22.

La investigación del CRA (ver Tabla 26) está influenciado por el comportamiento del pH el cual se mantiene relativamente constante en transcurso de los días, y a la vez podría también influir la adición de microcápsulas, cuyos valores están por debajo de 5.8 de pH como lo cita (Braña *et al.*, 2011), esto influye en el % de CRA, dando en las evaluaciones valores por debajo de lo obtenido por Rengifo (2008) que reporta un CRA de 22,92 % para la carne de res fresca.

En cuanto al color se obtuvieron los siguientes parámetros para el testigo T₀ que nos sirvió de base para el control en la evaluación, L* = 38,15 ± 0,94; a* = 12,58 ± 1,65; b* = 15,38 ± 1,45; estos valores son diferentes a lo reportado por Zhang *et al.* (2018) quien encontró en carne de ganado raza Luxi Yellow Cattle, L* = 36,6; a* = 21,4; b* = 12,7 y por otro lado Triviño y Rodríguez (2017) quienes reportaron para carne de res un L* = 32,45; a* = 15,08; b* = 6,82 y L* = 36,68; a* = 15,08; b* = 6,96 para el corte bife y sado respectivamente. Estas diferencias encontradas en la determinación de color en carnes puede ser atribuido a diferentes variables como dieta, genética y colorímetro empleado tal como lo señala Cori *et al.* (2014).

En la Tabla 27 podemos observar que en el día 0 no existe diferencias entre los tratamientos y el testigo para el parámetro L* (luminosidad), pero en el sexto día L* disminuyó en T₀ tornándose más oscuro debido a la descomposición, ya que según la FDA (2018), la carne en refrigeración (4 °C) tiene una duración entre 3 a 5 días. Por otro lado para MC₁ y MC₃ no hubo diferencias en los días y en el caso del tratamientos MC₂ hubo un ligero aumento de L* en día 6, este ligero aumento se debería probablemente a la incorporación de microcápsulas a una concentración óptima de 1,0 g, que se distribuyeron uniformemente en la carne y se impregnaron lentamente; otra de las causas podría ser la relación que existe entre pH y la claridad (L*) es así que valores de pH altos las carnes presentan una coloración más oscura que a pH bajos, donde la coloración es más clara tal como lo señala Qiao *et al.* (2002).

Con respecto al valor a* en todos los tratamientos y a medida que pasan los días de evaluación existe una disminución de este parámetro, esto probablemente a la disminución de la mioglobina, pigmento responsable del color rojo en la carne fresca (Bandman, 1994). Los valores de a* dependen principalmente de la concentración inicial de mioglobina, mientras que la coordenada b* dependería más de los diferentes estados en que ese pigmento se encuentra (oximioglobina y metamioglobina) (Benzzo, 2005).

Finalmente para el valor b* para el T₀ y el MC₁ tiene una disminución al pasar los días debido a la descomposición en T₀ y a la poca adición de microencapsulado

en MC₁. Con respecto a MC₂ y MC₃ presentan un aumento significativo a medida que pasan los días, esto probablemente a la incorporación de microcápsulas al 1 g y 1,5 g respectivamente, que cubren el normal comportamiento de la oxidación de la mioglobina.

5.4.2. En las características sensoriales

Con relación a la evaluación sensorial, cuyo valores se detalla en la Tabla 28 que la microcápsula MC₁, MC₂ Y MC₃ no muestra diferencias significativas en cuanto a los atributos de color, olor y textura, factores que los sentidos perciben directamente para la aceptabilidad Bourne (2002), pero la MC₁ mostro diferencia estadística en cuanto al sabor, siendo el mejor, resultando aceptable a diferencia de los otros tratamientos, probablemente esto se debe a una menor cantidad de aceite esencial contenido en las microcápsulas, y a la vez se podría decir que el atributo sabor que definió la evaluación, es considerado uno de los atributos más importantes junto con la textura (olfato, gusto y respuesta trigeminales) en la palatabilidad de los alimentos (Foster *et al.* 2011)

5.4.3. De la inhibición microbiana de la carne

Se investigó la actividad antibacteriana de las microcápsulas a la que se hizo la identificación de sus componentes principales, como se detalla en la Tabla 21, en la que se trabajó tres cantidades MC₁, MC₂ y MC₃ con 0,5 g; 1,0 g y 1,5 g, respectivamente, con aplicación directa en la carne de res, encontrando que los compuestos sulfuros, alcoholes, peróxidos y triazinas como lo afirma Ortuño (2006) y Domínguez (1973) son los que probablemente mostraron efecto en la carga microbiana de la carne de res, además destaca como los componentes principales la Miristicina y apiol como lo referido por Farzaei (2013) y Pineda *et al.* (2018), que al mostrar efecto como antimicótico, también podría ayudar con la inhibición bacteriana, en la Tabla 29 aparece los valores microbiológicos a detalle que fueron interpretados con la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01. A modo de comentario se podría decir que a mayor contenido de microcápsulas en un determinado el efecto sobre los microorganismos es mayor e incluso, con la MC_{3:1.5 g} el *Echerichia coli* mostró una relativa disminución en el día 3 de evaluación se debe probablemente porque el aceite al estar unida a estructuras anfífilas es más soluble en el medio, disolviéndose y combinándose con el agua

del producto, a diferencia en el estudio de halos de inhibición no muestra efecto, debido a que el aceite es insoluble.

Lo anterior, con respecto a las triazinas sería apoyado por Hörner *et al.* (2008) y Sousa (2013), que demostraron actividad antibacteriana indiscutiblemente, los aceites esenciales inhiben el crecimiento en el área de aplicación, reduciendo el número de los patógenos como *staphylococcus aureus* y *salmonella*, *E. coli* muestra resistencia como se observa en el ítem 4.2, que muestra resistencia frente a la evaluación de los halos de inhibición con la aplicación de aceite esencial puro, resultados que está al detalle en la Tabla 17, mostrando el mismo comportamiento según la investigación de (Vivanco *et al.*, 2012). Esto permitió evaluar la influencia del mismo y comprobar la hipótesis que muestra efectividad.

VI. CONCLUSIONES

La proporción de mezcla adecuada fue de 20 % goma arábiga y 80 % maltodextrina, la cual mostró una mayor eficiencia de encapsulación del aceite esencial de perejil (*Petroselinum crispum*) obtenido con un rendimiento de 0,17 % en la extracción, logrando un % EE: $75,37 \pm 1,51$ en las microcápsulas secadas por liofilización.

Se determinó que las microcápsulas con aceite esencial de perejil muestran inhibición, tanto en aerobios mesófilos, *staphylococcus aureus*, en *salmonella* ausencia y con una disminución mínima en *Eschrichia coli*, prolongado la vida en refrigeración de la carne de res con 1,0 g y 1,5 g de microcápsulas hasta el día 12, pero el que presentó mejores características fisicoquímicas fue el evaluado con 1,0 g de microcápsulas y por otro lado el que presentó mejores características sensoriales en el día 9 de evaluación resultó el tratamiento con 0,5 g de microcápsulas.

VII. RECOMENDACIONES

- Recomendamos hacer la búsqueda de CMI para las cepas de *Escherichia coli*, con nuevas alternativas de inhibición, evaluando concentraciones mayores, debido a que la cepa es muy resistente y causa mucho daños en el rubro alimenticio.
- Probar la evaluación con diferentes cantidades de aceite esencial de perejil, para encontrar la relación ideal del mismo y la interacción con los materiales de pared, asimismo realizar combinaciones con otros aceites esenciales para mejorar la actividad antimicrobiana frente a *Echerichia coli*.
- Dado la necesidad de poder obtener una eficiencia de encapsulación con precisión y cuantificar compuestos, se recomienda complementar el estudio con el análisis de cromatografía de gases, que es una técnica completa y específica que permite la separación e identificación de los compuestos, además de cuantificar los mismos.
- Realizar estudios de interacción de la adición de microcápsulas a base de materiales de pared en los procesos bioquímicos de la carne de res.

VIII. LITERATURA CITADA

- Abanto Machuca, Maribel y Pérez Marchena, Roxana (2016). Efecto antibacteriano in vitro del aceite esencial de las hojas de *Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb "muña" en cepas de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Facultad De Ciencias De La Salud. Cajamarca-Perú.
- Anandaraman, S., Reineccius, G. A. (1986). Stability of encapsulated orange peel oil. *Food Technol.*, 40, 88-93.
- Anker, M.H. y Reineccius, G.A. (1998). Encapsulated Orange Oil. American Chemical Society, Symposium Series, vol. 370, p. 78-86
- Arning, Ingrid; Velásquez, Héctor (2000)."Plantas con potencial biocida. Metodología y experiencias para su desarrollo". Red de Acción en Alternativa al uso de Agroquímicos. Lima-Perú.
- Ayala, A., Serna L. y Mosquera E. (2010). Liofilización de Pitahaya Amarilla (*Selenicereus Megalanthus*). *Revista de la Facultad de Química y Farmacia. Vitae*, 17(2): 121-27.
- Bae, E. K., & Lee, S. J. (2008). Microencapsulation of avocado oil by spray drying using whey protein and maltodextrin. *Journal of Microencapsulation*, 25(8), 549–560. <https://doi.org/10.1080/02652040802075682>.
- Bandman, E. (1994). Química de los tejidos animales. pp: 57-92. En: J.F. Price y B.S. Schweigert (Eds). *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos*. (2ª. ed.). Acribia. Zaragoza, España.
- Bangs, W. E. y Reineccius, G. A. (1981). Influence of dryer infeed matrices on retention of volatile flavor compounds during spray-drying. *J Food Sci.*, 47, 254-259.
- Barbosa- Cánovas (2006). Light stability of spray-dried bixin encapsulated with different edible polysaccharide preparations. *Food Research Intemational*. 8: 989-994.

- Benzzo, M. (2005). Determinación objetiva del color en la elaboración de pastas modelo de embutidos crudo-curados. Tesis para optar el grado de Magister en Tecnología y Ciencia de los Alimentos, Universidad Nacional del Litoral, España.
- Beristain, C. I., Vázquez, A., García, H. S., Vernon-Carter, E. J. (1996). Encapsulation of orange peel oil by cocrystallization. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*.
- Bertolini, A., A. Siani and R. Grosso (2001). Stability of monoterpenes encapsulated in gum arabic by spray-drying. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49(2): 780-785.
- Bourne M. (2002). *Textura y viscosidad de los alimentos: concepto y medición*. 2da ed. San Diego: Academic Press. 426 p.
- Braña Varela Diego, Ramírez Rodríguez Ericka, Rubio Lozano María de la Salud, Sánchez Escalante Armida, Torrescano Urrutia Gastón, Arenas de Moreno María Lilia, Armando Partida de la Peña José, Ponce Alquicira Edith, Ríos Rincón Francisco Gerardo (2011). *Manual de análisis de calidad en muestras de carne*, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal.
- Brewer SJ, Wilson JE, McKeith F. (2002). The effect of pig genetics and palatability, colorant physical characteristics of fresh loin chops. *Meat Sci*; 61: 249-256.
- Buffo, R. A., & Reineccius, G. A. (2001). Comparison among assorted drying processes for the encapsulation of flavors. *Perfumer Flavorist*, 26, 58-67.
- Cecchini. T. (1978). *Enciclopedia de las Hierbas y de Las Plantas Medicinales*, editorial de Vecchi. S. Barcelona - España.
- CENAM (2009). *Tablas peruanas de composición de alimentos*, 8va Edición, Lima-Perú.
- Cori, M., Michelangeli, C., Figueroa, R. y Rivas, N. (2014). Solubilidad proteica, contenido de mioglobina, color y pH de la carne de pollo, gallina y codorniz. *Archivos de Zootecnia*, 63, 133-143

- Deis, R. C. (1997). Spray Drying-innovative use of an old process. Food product design.
- Desobry, S. A., Netto, F. M. Labuza, T. P. (1997). Comparison of spray drying, drum drying and freeze drying for beta-carotene encapsulation and preservation. *J Food Sci.*, 62, 1158-1162.
- Domingo, D; López Brea, M. Diciembre (2010). "Plantas con acción antimicrobiana". *Revista española de quimioterapia*; Vol. 16 (Nº 4): 385-393.
- Domínguez, X. (1973). *Métodos de Investigación Fitoquímica*. Centro Regional de Ayuda Técnica. Agencia para el Desarrollo Internacional (AID). MX. Ed. Limusa.
- Dorado Martín Esperanza (2011). *Acondicionamiento de la carne para su comercialización*, 1º edición, ic editorial, Málaga - España.
- Dorman, H.J.D. y Deans, S.G. (2000). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, 88:308-316.
- Dziezak, J. D. (1998). *Microencapsulation and encapsulation ingredients*. Food Technol.
- Ezhilarasi, P. N., Karthik, P., Chanwal, N. y Anandharamakrishnan, C. (2013). Nanoencapsulation techniques for food bioactive components: a review. *Food and Bioprocess Technology*, 6(3), 628-647.
- Fang, Z. y Bhandari, B. (2012). Spray drying, freeze drying and related processes for food ingredient and nutraceutical encapsulation. En N. Garti y J. McClements, *Encapsulation technologies and delivery systems for food ingredients and nutraceuticals* (págs. 92-121). Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited.
- Farrel, K. T. (1985). *Spices. Condiments and seasonings*. Avi. Connecticut. EE.UU.414p
- Farzaei Mohammad Hosein, Abbasabadi Zahra, Ardekani Mohammad Reza Shams, Rahimi Roja, Farzaei Fatemeh (2013). Parsley: a review of

ethnopharmacology, phytochemistry and biological activities. *Journal of Traditional Chinese Medicine*, 33(6), 815–826. doi:10.1016/s0254-6272(14)60018-2

FDA (2018). Tabla de almacenamiento en refrigerador y congelador. Recuperado de <https://www.fda.gov/media/76116/download>

Fellows, P. (2006). *Tecnología do processamento de alimentos: Principios e Prática*. Porto Alegre: Artmed.

Fernandes, R. V. de B., Borges, S. V., & Botrel, D. A. (2014). Gum arabic/starch/maltodextrin/inulin as wall materials on the microencapsulation of rosemary essential oil. *Carbohydrate Polymers*, 101, 524-532. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.09.083>.

Figuroa O, Inda Marcela (2005). Departamento de Microbiología e Inmunología. Mecanismo moleculares de patogenicidad de *Salmonella sp.* *Revista Latinoamericana de microbiología*, Vol. 47, pag. 26-41.

Flores Palacios Katia y Puente Puente Maribel Rosario (2016). Actividad antibacteriana del aceite esencial de *Piper aduncum* "Matico" sobre *Escherichia coli*. Universidad Peruana Los Andes Facultad De Ciencias De La Salud, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica. Huancayo-Perú.

Flores Vera, Natalia Andrea (2015). Entrenamiento de un Panel de Evaluación Sensorial, para el Departamento de Nutrición de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, Santiago – Chile.

Fonnegra G. Ramiro y Jiménez R, Silvia Luz (2007). *Plantas medicinales aprobadas en Colombia*, 2da Edición, Editorial Universidad de Antioquia, Colombia. Pg. 208-210.

Fontenla Razzetto, Gabriela (2006). Caracterización del aceite esencial de "Lanche" (*Myrcianthes rhopaloides (H.B.K) Me Vaugh*) proveniente del distrito de Chalaco, provincia de Morropón- Piura, obtenido por dos métodos de destilación, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. Lima, Perú.

- Foster, K., Grigor, J., Cheong, J., Yoo, M., Bronlund, J. & Morgenstern, M. (2011). The role of oral processing in dynamic sensory perception, *Journal of Food Science* 76 (2):49-61.
- García Mahecha Maribel, Cortes Rodríguez Misael y Rodríguez Sandoval Eduardo (2010). Evaluación del Secado de Perejil Aplicando Técnicas de Deshidratación Osmótica Como Pretratamiento.
- García y Palou (2008). Mecanismos de acción antimicrobiana de timol y carvacrol sobre microorganismos de interés en alimentos, Departamento de Ingeniería Química y Alimentos, Universidad de las Américas - Puebla, México.
- Girolami, A., Napolitano F., Faraone D. and Braghieri A. (2013). Measurement of meat color using a computer vision system. *Meat Sci.* 93(1): 111-118.
- Goubet, I., Le Quere, J. L., Voilley, A. (1998). Retention of aroma compounds by carbohydrates: influence of their physical state. *J Agric Food Chem.*, 48, 1981-1990.
- Hernández Rodríguez Manuel y Sastre Gallego Ana (1999). Tratado de nutrición, Ediciones Díaz de Santos S.A. Madrid – España.
- Hernández Sánchez Pilar (2011). Encapsulación de Aceite Esencial de Clavo para su Aplicación en la Industria Alimentaria, Facultad De Ciencias de la salud, de la Actividad Física y del Deporte, Departamento de Tecnología de la Alimentación y Nutrición, Murcia-España.
- Hirasa K., M. Takemasa (2002). Ciencia y tecnología de las especias. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España. 250 pp.
- Hörner Manfredo, Giglio Vinícius Feltrin, Santos Aline Joana Rolina Wohlmuth Alves dos, Westphalen André Bilibio, Iglesias Bernardo Almeida, Martins Paulo Roberto, Amaral Carlos Henrique do, Michelot Tiago Mozaquatro, Reetz Luiz Gustavo Brenner, Bertoncheli Cláudia de Mello, Paraginski Gustavo Luiz & Horner Rosmari. (2008). Triazenos e atividade antibacteriana. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, 44(3), 441-449. <https://dx.doi.org/10.1590/S1516-93322008000300014>.

- Jacobson (1972). Eaters Digest. The consumers factbook of food additives. Anchor Books.Doubleday y Company Inc. New York
- Kanakdande D, Bhosale R, Singhal RS. (2007). Stability of cumin oleoresin microencapsulated in different combination of gum arabic, maltodextrina and modified starch. *Carbohydr Polym*, 67 (4): 536-541. doi:10.1016/j.carbpol.2006.06.023
- Kang, Y.-R., Lee, Y.-K., Kim, Y. J., & Chang, Y. H. (2019). Characterization and storage stability of chlorophylls microencapsulated in different combination of gum Arabic and maltodextrin. *Food Chemistry*, 272, 337-346. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.063>
- Konica Minolta. (2014). Entendiendo El Espacio de Color CIE L*A*B*.<http://sensing.konicaminolta.com.mx/2014/09/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>
- Lopera C, Seneida M, Guzmán O, Cielo, Cataño R, Carlos, & Gallardo C, Cecilia. (2009). Desarrollo y caracterización de micropartículas de ácido fólico formadas por secado por aspersion, utilizando goma arábica y maltodextrina como materiales de pared. *Vitae*, 16(1), 55-65. Retrieved September 16, 2019, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-40042009000100007&lng=en&tlng=es.
- López M, Beatriz E, Carvajal de P, Luz M, & Millán C, Leónidas de J. (2009). Establecimiento de condiciones de la mezcla de pulpa de banano (*Musa paradisiaca L.*) para someter a secado por aspersion. *Vitae*, 16(3), 287-296. Retrieved September 16, 2019, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012140042009000300002&lng=en&tlng=es.
- Madene, A., J. Scher, and S. Desobry (2006). Flavour encapsulation and controlled release - a review. *International Journal of Food Science and Technology* 4(1):1-21.
- Marques, *et al.* (2006). Freeze-drying characteristics of tropical fruits. *Drying Technology*. 24:457-463.

- Martínez M., Alejandro (2003). Aceites esenciales, Universidad de Antioquia, Medellín-Colombia.
- McMaster, L., Kokott S. and Mazutti P. (2005). Micro-encapsulation of *Bifidobacterium lactis* for incorporation into soft foods. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 21(5): 723–728.
- Mendiola Ubilllos, María Ángeles y Martín Montalbán, José (2009). Plantas aromáticas gastronómicas. Grupo Mundi-Prensa. España y México. Pg.69.
- Merkel, R. A. (1986) Química de los tejidos animales. Parte 4. Compuestos inorgánicos.
- Milenka Hilda Balboa Laura (2016). Equipo experimental para la destilación por arrastre de vapor (DAV) de aceites esenciales, caso: Cáscara de naranja dulce (*citrus sinensis*). *Rev. Tecnológica* v.12 n.18 La Paz.
- Minemoto, Y., Adachi, S., Matsumo, R. (1997). Comparison of oxidation of menthyl linoleate encapsulated with gum arabic by hot air drying and freeze drying. *J Agric Food Chem.*, 45, 4530-4534.
- Montoya Terrones Thelmo y Miano Pastor Alberto Claudio (2011). Influencia de la concentración de cloruro de sodio y de extracto de corazón de piña (*Ananas comosus* – var roja trujillana) inyectados como solución en la textura (resistencia a la penetración) y capacidad de retención de agua (CRA) en carne de vacuno (*Bos taurus*), *aground sci*, pg 5 (32).
- Nychas, G. (1995). Natural antimicrobials from plants. *New methods of food preservation*, 58-89 p. doi: 10.1007/978-1-4615-2105-1_4.
- Nychas, G. J. E., P. N. Skandamis, C. C. Tassou, K. P. Koutsoumanis (2008). Meat spoilage during distribution. *Meat Science* 78: 77-89.
- Oosterhaven, K., Poolma, B. y Smid, E.J. (1995). S-carvone as a natural potato sprout inhibiting, fungistatic and bacteriostatic compound. *Industrial Crops and products*, 4:23-31.
- Orrego Álzate Carlos Eduardo (2008). Congelación y liofilización de alimentos. Manizales, Caldas, Colombia.

- Ortuño Sánchez, Manuel Fco. (2006). Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes, primera edición, España.
- Pandit N, Badgujar M, Bhaskar C, Rao M. (2007). Encapsulation of endoglucanase using a biopolymer gum Arabic for its controlled release. *Bioresource Technol*; 368-372.
- Paramo *et al.* (2007). Efecto de la adición de goma arábica y maltodextrina sobre las propiedades del ajo deshidratado por aspersion. Instituto tecnológico de Veracruz, Colombia. 46 p.
- Parra Huertas Ricardo Adolfo (2010). Revisión: Microencapsulación de Alimentos, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Ciencias Básicas. Boyacá – Colombia.
- Pedroza-Islas R, Vernon-Carter EJ, Durán C. (1999). Using biopolymer blends for shrimp feedstuff microencapsulation I. Microcapsule particle size, morphology and microstructure. *Food Res Int.* ; 32 (5): 367-374.
- Pellicer, J. A., Fortea, M. I., Trabal, J., Rodríguez-López, M. I., Gabaldón, J. A., & Núñez-Delicado, E. (2019). Stability of microencapsulated strawberry flavour by spray drying, freeze drying and fluid bed. *Powder Technology*, 347, 179-185. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2019.03.010>
- Phillips G, Williams P. (2005). Studies on acacia exudates gums. *Food Hydrocolloid*. 19 (4): 661-667.
- Pineda, Rodrigo, Vizcaíno, Samuel, García, Carlos M., Gil, Jesús H., & Durango, Diego. (2018). Antifungal activity of extracts, essential oil and constituents from *Petroselinum crispum* against *Colletotrichum acutatum*. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 71(3), 8563-8572. <https://dx.doi.org/10.15446/rfnam.v71n3.68284>
- Porras Trujillo, Francis J. (2012). Microencapsulación de pulpa de carambola (*Averrhoa carambola L.*), mediante secado por liofilización. Universidad Nacional Agraria De La Selva, Facultad De Ingeniería en Industrias Alimentarias, Tingo María – Perú.
- Price, J. F. y Schweigert, B. S. (1986). La Ciencia de la Carne y de los productos cárnicos. Editorial Acribia, Zaragoza, pág.15

- Qiao, M., Fletcher, D. L., Northcutt, J. K., & Smith, D. P. (2002). *The Relationship Between Raw Broiler Breast Meat Color and Composition*. *Poultry Science*, 81(3), 422–427. doi:10.1093/ps/81.3.422
- Reineccius, G. A. (1989) .Flavour encapsulation. *Food rev int.*, 5, 147-176.
- Rengifo Gonzales, Lenard Ibsen (2008). Capacidad de retención de agua y pH en diferentes tipos de carnes y en embutido, Universidad Nacional Agraria De La Selva. Tingo María – Perú.
- Reyes, L. (2010). Optimización y caracterización de la microencapsulación de la proteasa hemisfericina refinada. Instituto Politécnico Nacional. México. 14 pp.
- Rosenberg, M., Kopelman, I. J., Talmon, Y. (1990). Factors affecting retention in spray drying encapsulation of volatile material. *J Agric Food Chem.*, 38, 1288-1294.
- SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje) (2012). Introducción a la industria de los aceites esenciales de plantas medicinales y aromáticas - versión digital, Bogota. Recuperado de https://repositorio.sena.edu.co/sitios/introduccion_industria_aceites_esenciales_plantas_medicinales_aromaticas/pdf/aceites%20esenciales%20extraidos%20de%20plantas%20medicinales%20y%20aromaticas.pdf
- Skandamis, P.N. y Nychas, G. J-E (2001).Effect of oregano essential oil on microbiological and physico-chemical attributes of minced meat stored in air and modified atmospheres. *Journal of Applied Microbiology*.91:1011-1022.
- Sousa Liliana Urdangarin de (2013). Evaluación de actividades citotóxicas y antibacterianas de compuestos triazenados. Universidad Federal De Santa Maria, Brasil.
- Swatland HJ. (1991). Estructura y desarrollo de los animales de abasto. Zaragoza, España: Editorial Acribia, S.A.
- Tiria Jaimes, A. M., y Usuga Higueta, L. M. (2016). Evaluación de dos materiales polímeros en la estabilidad del proceso de encapsulación de la

provitamina A extraída de la batata (*Ipomea batatas* L. Lam). Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/59

Tlatemoani (2012). *Revista Académica de Investigación*, N° 11, Editada por EUMED.NET, España. Pg. 1-2.

Triviño, Jorge Luis; Rodríguez, Jorge Gustavo; Díaz, Mauricio (2017). *Correlación de características de calidad de carne entre bife ancho y el asado*. Facultad de Ciencias Veterinarias, UNCPBA, Argentina.

Vásquez, O.; Alva, A.; Marreros J. (2001). "Extracción y caracterización del aceite esencial de jengibre (*Zingiber officinales*), revista Amazónica de Investigación Alimentaria, v.1, N°1 p.38-42 Facultad De Ingeniera En Industrias Alimentarias, UNAP, Pe.

Vivanco, R., León, E., Castro, A. y Ramos, N. (2012). Composición química del aceite esencial de *Petroselinum crispum* (MILL) NYMAN EX A.W. HILL "perejil" y determinación de su actividad antibacteriana. Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima - Perú.

Watanabe, Y., Fang, X., Minemoto, Y., Adachi, S. Matsuno, R. (2002). Supressive effect of saturated L-ascorbate on the oxidation of linoleic acid encapsulated with maltodextrins or gum Arabic by spray drying. *J Agric Food Chem*.

Yadav MP, Igartuburu JM, Yan Y, Nothnagel NA. (2007). Chemical investigation of the structural basis of the emulsifying activity of gum arabic. *Food Hydrocolloid.*; 21 (2): 297-298.

Yoshii, H., Soottitantawat, A., Liu, X. D., Atarashi, T., Furuta, T., Aishima, S., Ohgawara M., Linko, P. (2001). Flavor release from spray drier maltodextrins/ gum Arabic or soy matrices as a function of storage relative humidity. *Innov Food Sci Emerg Tech.*, 2, 55-61.

Zhang, Y., Hopkins, D. L., ZHAO, X., van de Ven, R., MAO, Y., ZHU, L., LUO, X. (2018). Characterisation of pH decline and meat color development of beef carcasses during the early postmortem period in a Chinese beef cattle abattoir. *Journal of Integrative Agriculture*, 17(7), 1691–1695. doi:10.1016/s2095-3119(17)61890-2

IX. ANEXOS

ANEXO 1. Proceso de secado de las hojas y extracción del aceite esencial de perejil



Figura 26. Recepción de materia prima



Figura 27. Deshojado



Figura 28. Secado de hojas de perejil



Figura 29. Extracción de aceite esencial

ANEXO 2. Estudio del efecto antimicrobiano de aceite esencial de perejil extraído



Figura 30. Adición de aceite esencial

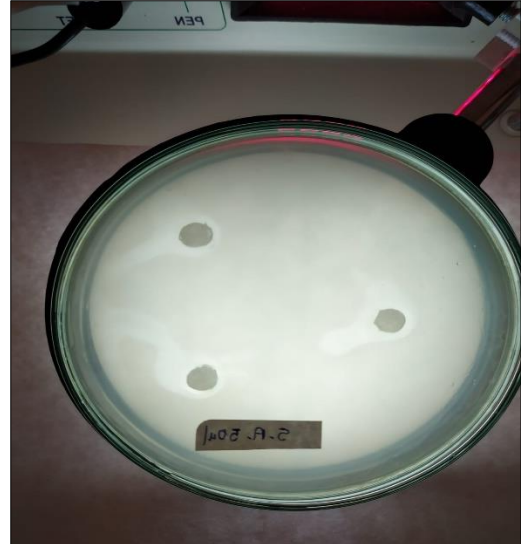


Figura 31. Halos de inhibición

ANEXO 3. Estudio del proceso de microencapsulación por liofilización



Figura 32. Liofilizado




Figura 33. Producto final (aceite esencial de perejil microencapsulados)

ANEXO 4. Certificado de cepas de referencia



Certificate of Analysis: Lyophilized Microorganism Specification and Performance Upon Release

Specifications Microorganism Name: Staphylococcus aureus Catalog Number: 01122 Lot Number: 1122-06** Reference Number: ATCC® BAA-2312™** Purity: Pure Passage from Reference: 3	Expiration Date: 2020/10/31 Release Information: Quality Control Technologist: Christine Condon Release Date: 2018/12/4
--	--

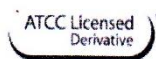
Performance	
Macroscopic Features: Medium to large, circular, convex, entire edge, white turning cream. Microscopic Features: Gram positive cocci occurring singly, in pairs and in irregular clusters.	Medium: SBAP Method: Gram Stain (1)
ID System: MALDI-TOF (1) See attached ID System results document.	Other Features/ Challenges: Results (1) Catalase (3% Hydrogen Peroxide): positive (1) Coagulase (rabbit plasma - tube): positive (1) Oxacillin (1 mcg - Disk Susceptibility): $\leq 10\text{ mm}$ (1) Oxacillin agar screen: growth <div style="text-align: right;">  Amanda Kuperus Quality Control Manager AUTHORIZED SIGNATURE </div>

**Disclaimer: The last digit(s) of the lot number appearing on the product label and packing slip are merely a packaging event number. The lot number displayed on this certificate is the actual base lot number.

Note for Vitek®: Although the Vitek® panel uses many conventional tests, the unique environment of the card, combined with the short incubation period, may produce results that differ from published results obtained by other methods.

⚠ Refer to the enclosed product insert for instructions, intended use and hazard/safety information.

Individual products are traceable to a recognized culture collection.



(*) The ATCC Licensed Derivative Emblem, the ATCC Licensed Derivative word mark and the ATCC catalog marks are trademarks of ATCC. Microbiologics, Inc. is licensed to use these trademarks and to sell products derived from ATCC® cultures.


(1) These tests are accredited to ISO/IEC 17025:2005.





Certificate of Analysis: Lyophilized Microorganism Specification and Performance Upon Release

Specifications Microorganism Name: Escherichia coli (serotype O157:H7) Catalog Number: 0795 Lot Number: 795-184** Reference Number: ATCC® 43888™** Purity: Pure Passage from Reference: 3	Expiration Date: 2020/11/30 Release Information: Quality Control Technologist: Mary L Bowman Release Date: 2019/1/24
--	---

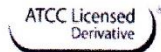
Performance	
Macroscopic Features: Large, circular, convex, entire edge, gray, glistening. Microscopic Features: Gram negative straight rod.	Medium: SBAP Method: Gram Stain (1)
ID System: MALDI-TOF (1) See attached ID System results document.	Other Features/ Challenges: Results (1) Oxidase (Kovacs): negative MacConkey w/sorbitol: negative (good growth of colorless colonies/sorbitol negative) Beta-glucuronidase (E. coli Broth w/MUG): negative (1) E. coli O157 Test (RIM Latex Test): positive (1) E. coli H7 Test (RIM Latex Test): positive <div style="text-align: right;">  Amanda Kuperus Quality Control Manager AUTHORIZED SIGNATURE </div>

**Disclaimer: The last digit(s) of the lot number appearing on the product label and packing slip are merely a packaging event number. The lot number displayed on this certificate is the actual base lot number.

Note for Vitek®: Although the Vitek® panel uses many conventional tests, the unique environment of the card, combined with the short incubation period, may produce results that differ from published results obtained by other methods.

⚠ Refer to the enclosed product insert for instructions, intended use and hazard/safety information.

Individual products are traceable to a recognized culture collection.



(*) The ATCC Licensed Derivative Emblem, the ATCC Licensed Derivative word mark and the ATCC catalog marks are trademarks of ATCC. Microbiologics, Inc. is licensed to use these trademarks and to sell products derived from ATCC® cultures.

(1) These tests are accredited to ISO/IEC 17025:2005.






Certificate of Analysis: Lyophilized Microorganism Specification and Performance Upon Release

Specifications Microorganism Name: Salmonella enterica subsp. arizonae Catalog Number: 0901 Lot Number: 901-53** Reference Number: ATCC® 13314™* Purity: Pure Passage from Reference: 2	Expiration Date: 2021/4/30 Release Information: Quality Control Technologist: Tracy A Blenker Release Date: 2019/6/12
--	--

Performance	
Macroscopic Features: Medium, gray/white, circular, convex colonies. Microscopic Features: Gram negative straight rod.	Medium: SBAP Method: Gram Stain (1)

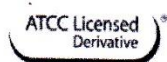
ID System: MALDI-TOF (1) See attached ID System results document.	Other Features/ Challenges: Results (1) Oxidase (Kovacs): negative Hektoen Enteric agar: good growth, blue-green colonies with black centers (1) Salmonella O antiserum Factor O:51 (Included in group 51): positive  Amanda Kuperus Quality Control Manager AUTHORIZED SIGNATURE
---	---

**Disclaimer: The last digit(s) of the lot number appearing on the product label and packing slip are merely a packaging event number. The lot number displayed on this certificate is the actual base lot number.

Note for Vitek®: Although the Vitek® panel uses many conventional tests, the unique environment of the card, combined with the short incubation period, may produce results that differ from published results obtained by other methods.

⚠ Refer to the enclosed product insert for instructions, intended use and hazard/safety information.

Individual products are traceable to a recognized culture collection.



(*) The ATCC Licensed Derivative Emblem, the ATCC Licensed Derivative word mark and the ATCC catalog marks are trademarks of ATCC. Microbiologics, Inc. is licensed to use these trademarks and to sell products derived from ATCC® cultures.

(1) These tests are accredited to ISO/IEC 17025:2005.



ANEXO 5. Certificado de análisis de microfotografía con el método SEM



Universidad Nacional Agraria de la Selva

Vicerrectorado de Investigación
Laboratorio Central de Investigación
Área Microscopía Electrónica de Barrido



CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Fecha de ingreso: 22 de octubre de 2019

Fecha egreso: 23 de octubre de 2019

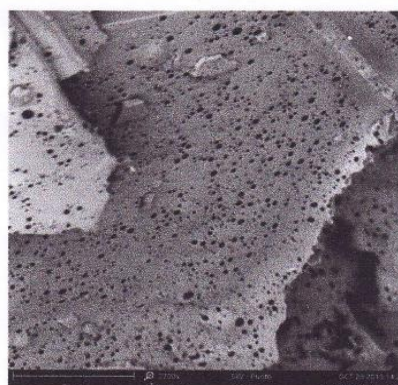
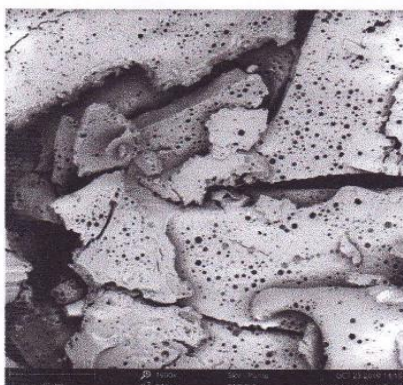
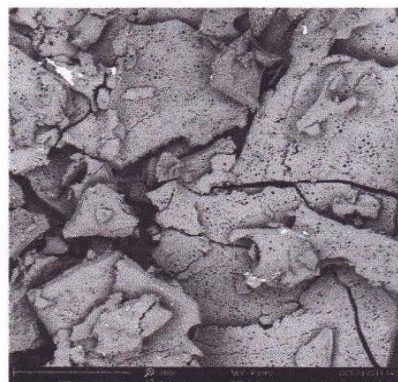
Nombre del cliente: Cruz Coral Dail / Céspedes Pérez Francis Nilo. Email: dailcruzcoral@hotmail.com

Muestra analizada: Microencapsulado de aceite esencial de perejil.

Análisis solicitado: Microfotografía por microscopía electrónica de barrido

RESULTADOS

Las microfotografías se obtuvieron de un microscopio electrónico de barrido de escritorio Phenom ProX con un porta muestras de reducción de carga con detector BSD y una intensidad de 5kV.



Las imágenes paralelamente se envían en formato digital al correo del cliente

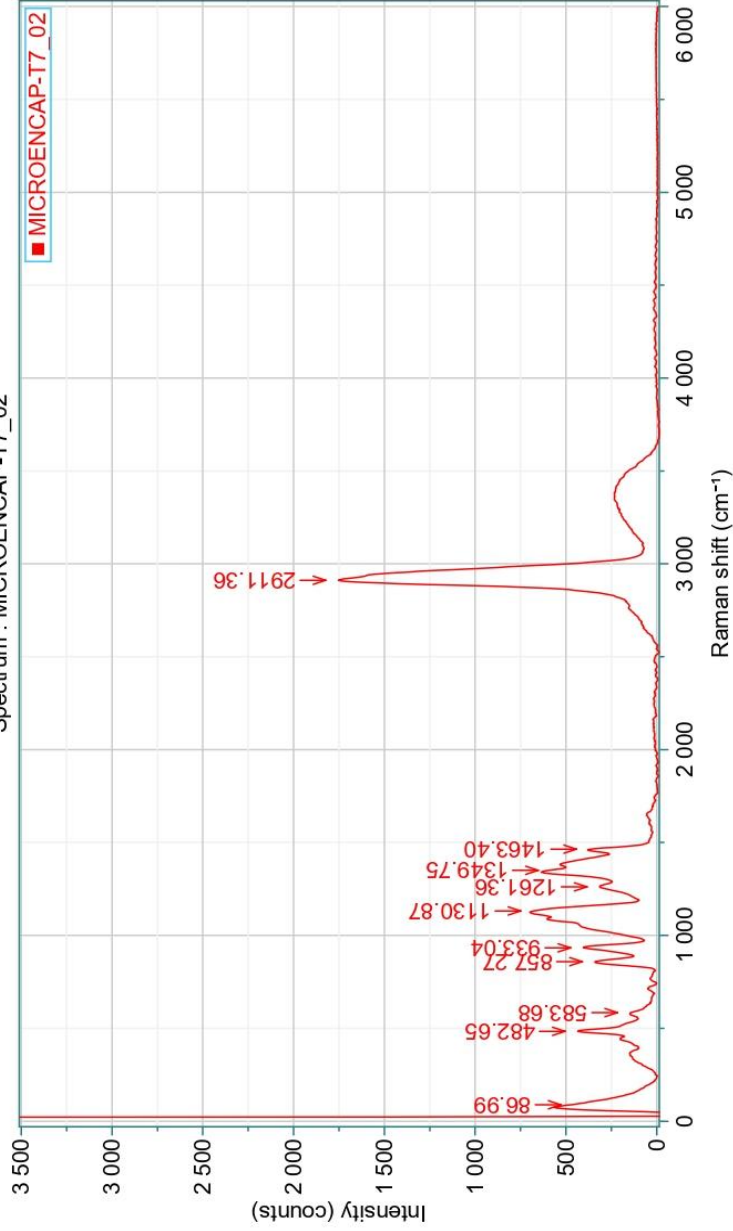


Elizabeth S. Ordoñez Gómez
Dra. Elizabeth S. Ordoñez Gómez
Directora Laboratorio Central de Investigación

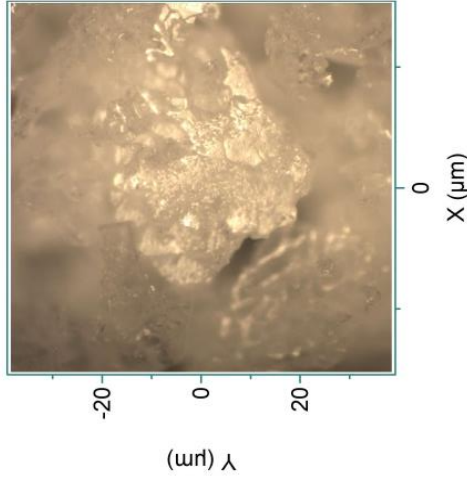
Darlym Reátegui Díaz
Ing. Darlym Reátegui Díaz
Responsable del análisis



Spectrum : MICROENCAP-T7_02



Video : MICROENCAP-T7



NOTA: MUESTRA
MICROENCAPSULADO DE ACEITE
ESENCIAL DE PEREJIL T7

ESPECIALISTA: ING. JORGE A. RIVERO
FONSECA

SOLICITANTE: CRUZ CORAL DAIL
CESPEDES PEREZ FRANCIS N.

PARAMETROS

Date	25.10.2019 0...	Acq. time (s)	5	Accumulations	4	Laser	638nm_Edge
Spectro (cm ⁻¹)		Hole (µm)	100	Slit (µm)	100	Grating	600 (750nm)
Filter	100%	Objective	x100_VIS	ICS correction	Off	Range (cm ⁻¹)	

Powered by
LabSpec 6 from:



ANEXO 6. Análisis espectral



UNAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA - TINGO MARÍA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

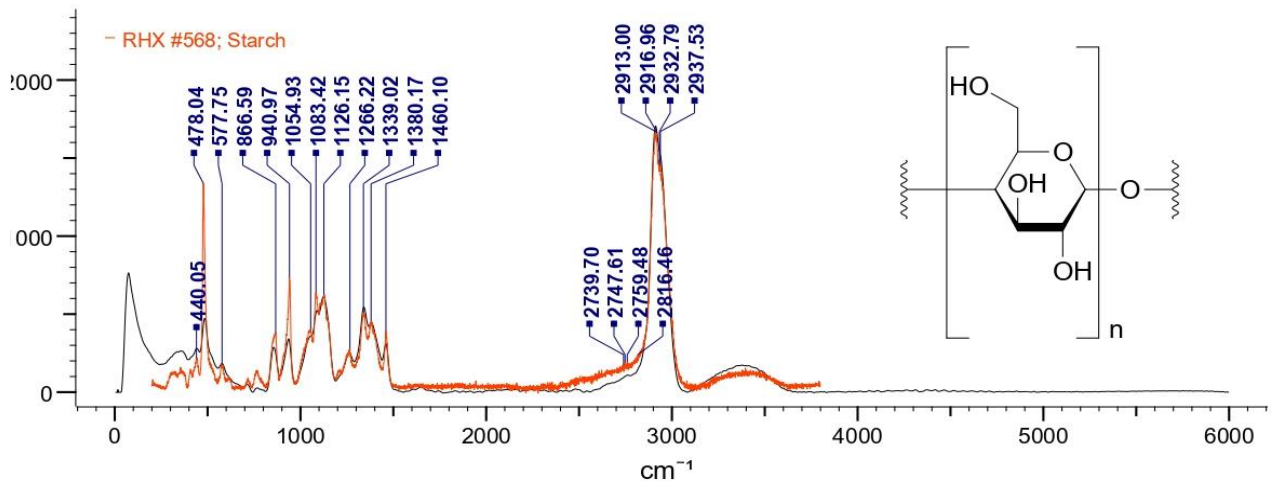
LABORATORIO CENTRAL DE INVESTIGACIÓN



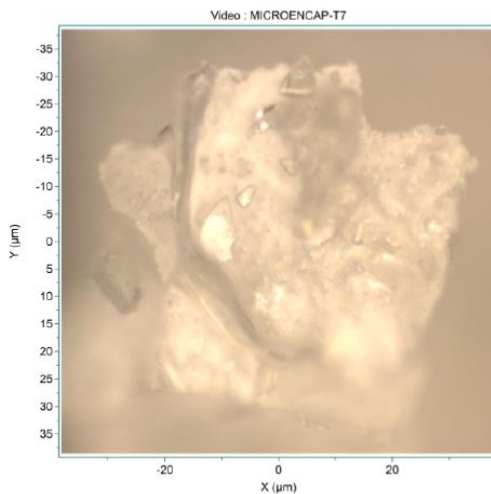
ANÁLISIS ESPECTRAL

MUESTRA: MICROENCAPSULADO DE ACEITE ESENCIAL DE PEREJIL T7

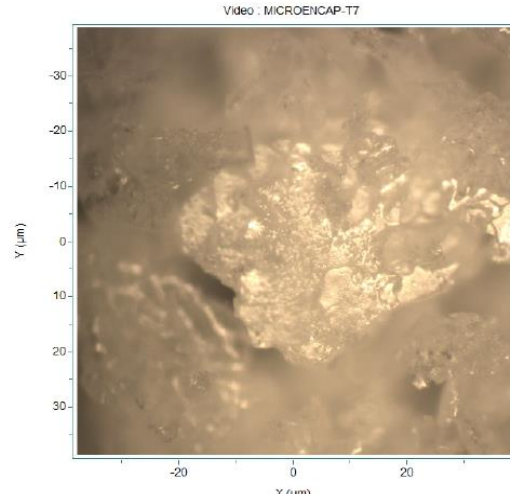
ESPECIALISTA: ING. JORGE ALEX RIVERO FONSECA



ESPECTRO CARACTERÍSTICO DE MICROENCAPSULADO DE ACEITE ESENCIAL DE PEREJIL T7 POR ESPECTROMETRÍA RAMAN



50X



10X



Bio-Rad Laboratories
Informatics Division

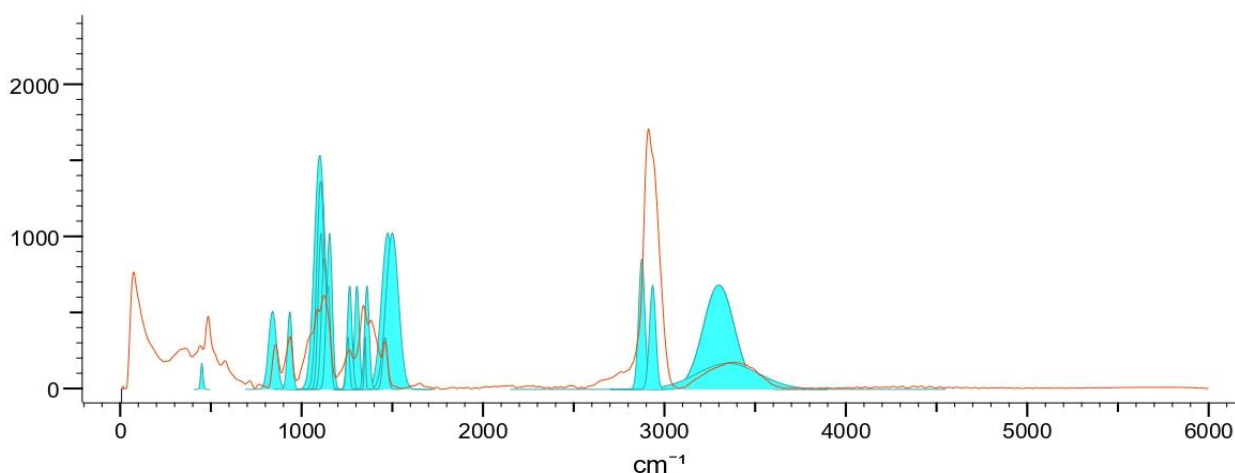
ANEXO 7. Identificación de grupos funcionales



IDENTIFICACIÓN DE GRUPOS FUNCIONALES

MUESTRA: MICROENCAPSULADO DE ACEITE ESENCIAL DE PEREJIL T7

ESPECIALISTA: ING. JORGE ALEX RIVERO FONSECA



GRUPOS FUNCIONALES DE MICROENCAPSULADO DE ACEITE ESENCIAL DE PEREJIL T7 POR ESPECTROMETRÍA RAMAN

Classification	Group	Bond	Range	Intensity	Mode
Sulfur Compounds	R-N=S=O				
		N=S=O	1300-1230	variable	antisymmetric stretching
		N=S=O	1180-1110	variable	symmetric stretching
Alcohols	(R) ₂ CH-OH				
		OH	3400-3200	variable	stretching
		OH	1350-1260	strong	deformation
		C-O	1125-1090	strong	stretching
Alcohols	(R) ₃ C-OH				
		OH	3400-3200	variable	stretching
		OH	1410-1310	strong	deformation
		C-O	1210-1100	strong	stretching
Sulfur Compounds	S-S				
		S-S	500-400	variable-weak	stretching
Ethers	RCH ₂ -O-CH ₂ R				
		C-O-C	1150-1060	variable-strong	antisymmetric stretching



UNAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA - TINGO MARÍA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

LABORATORIO CENTRAL DE INVESTIGACIÓN



Classification	Group	Bond	Range	Intensity	Mode
Sulfur Compounds	C=S				
		C=S	1200-1050	medium-strong	stretching
Peroxides	R-O-O-R				
		O-O	880-800	weak	stretching
Triazenes	C-N=N-NH-C				
		N=N	1550-1450	medium	stretching
Azo Compounds	N=N				
		N=N	1550-1400	medium	stretching
Polyethers-Polymer IR	Polyethylene glycol (amorphous)				
		OH	3450-3250	medium-weak	stretching
		CH ₂	2960-2910	medium	antisymmetric stretching
		CH ₂	2900-2850	medium	symmetric stretching
		CH ₂	1480-1440	medium-weak	combination
		CH ₂	1370-1330	medium-weak	combination
		CH ₂	1280-1230	medium-weak	combination
		C-O	1130-1070	strong	antisymmetric stretching
		C-O	1050-820	medium-weak	symmetric stretching

ANEXO 8. Estudio de la influencia de la microcápsula en la carne de res

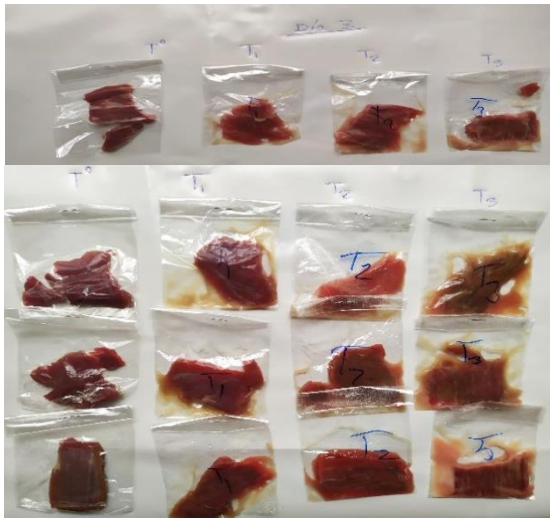


Figura 34. Evaluación de carne con microcápsulas (día 3)

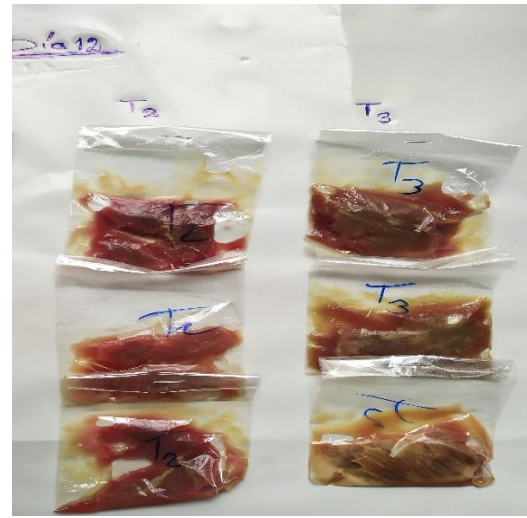


Figura 35. Evaluación de carne con microcápsulas (día 12)

ANEXO 9. Panel fotográfico de evaluación sensorial

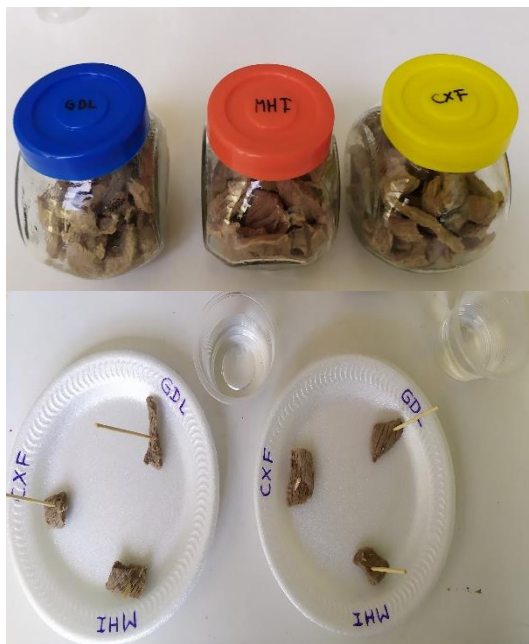


Figura 36. Muestras para evaluación sensorial



Figura 37. Evaluación sensorial con panelistas

ANEXO 10. Ficha de evaluación sensorial mediante escala hedónica

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL MEDIANTE ESCALA HEDÓNICA

Producto: Carne de res con microcápsulas con aceite esencial de perejil

Nombre:.....

Fecha:.....

Instrucciones:

Evalúe la muestra que se presenta ante usted según cada atributo indicado, coloque el valor numérico de acuerdo a la escala hedónica para cada muestra.

Escala hedónica

(7) Excelente

(3) Malo

(6) Muy bueno

(2) Muy malo

(5) Bueno

(1) Inaceptable

(4) Regular

Atributos	Código de muestra		
	GDL	MHI	CXF
Color			
Olor			
Sabor			
Textura			

Comentarios:

.....
.....
.....

Muchas gracias por su participación.

ANEXO 11. Análisis estadísticos de la investigación

Anexo 11a. Análisis estadístico de viscosidad, índice de flujo y pH en las mezclas de materiales de pared

Análisis estadístico de viscosidad

Tratamientos	Viscosidad (cP)										
	n	P (t=6s)	± SD	P(t=9s)	± SD	P(t=12s)	± SD	P (t=15s)	± SD	P (t=18s)	± SD
M1-(80%GA-20%MD)	2	194.79	0.33	193.86	0.21	191.56	0.63	189.98	0.04	189.11	0.14
M2-(70%GA-30%MD)	2	174.20	0.17	171.21	0.45	169.53	0.11	168.03	0.13	166.67	0.22
M3-(60%GA-40%MD)	2	170.02	0.31	164.63	0.09	161.72	0.28	159.87	0.18	158.80	0.72
M4-(50%GA-50%MD)	2	120.17	0.21	118.58	0.04	117.69	0.10	117.66	0.14	117.66	0.01
M5-(40%GA-60%MD)	2	92.10	0.09	92.16	0.01	90.80	0.12	90.62	0.00	90.29	0.24
M6-(30%GA-70%MD)	2	55.01	0.04	54.41	0.29	54.31	0.13	54.33	0.08	54.18	0.00
M7-(20%GA-80%MD)	2	56.27	0.08	55.39	0.10	55.08	0.06	54.81	0.04	55.03	0.02
Total	14	P (t=21s)	±D.E	P(t=24s)	±D.E	P(t=28s)	±D.E	P (t=28s)	±D.E	P (t=34s)	±D.E
M1-(80%GA-20%MD)	2	187.83	0.21	186.50	0.54	186.20	0.16	185.45	0.15	185.06	0.06
M2-(70%GA-30%MD)	2	165.52	0.72	165.77	0.45	165.81	0.04	165.89	0.01	165.49	0.63
M3-(60%GA-40%MD)	2	156.09	0.10	155.13	0.11	153.50	0.54	153.15	0.09	152.52	0.12
M4-(50%GA-50%MD)	2	117.64	0.17	117.33	0.16	117.25	0.08	117.19	0.08	116.79	0.38
M5-(40%GA-60%MD)	2	90.18	0.23	90.25	0.01	90.15	0.03	90.10	0.02	89.57	0.70
M6-(30%GA-70%MD)	2	54.07	0.07	54.03	0.07	53.79	0.36	53.92	0.15	54.11	0.16
M7-(20%GA-80%MD)	2	55.17	0.08	54.96	0.11	54.98	0.28	55.38	0.12	55.18	0.04
Total	14										

P: Promedio

ANOVA para viscosidad de mezclas

Variable dependiente: Resultados

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	33546,504 ^a	6	5591,084	36631,961	,000
Interceptación	191524,339	1	191524,339	1254839,363	,000
Tratamientos	33546,504	6	5591,084	36631,961	,000
Error	1,068	7	,153		
Total	225071,911	14			
Total corregido	33547,572	13			

a. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = 1,000)

HSD Tukey^{a,b} (95.0 %) para viscosidad de los tratamientos de mezclas

Tratamientos	N	Subconjunto					
		1	2	3	4	5	6
M6	2	54,1150					
M7	2	55,1850					
M5	2		89,5750				
M4	2			116,7900			
M3	2				152,5250		
M2	2					165,4900	
M1	2						185,0600
Sig.		,215	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Análisis estadístico de Índice de flujo

Tratamiento	Índice de flujo			
	IF1	IF2	Promedio	± SD
M ₁ (80%GA-20%MD)	0.97	0.97	0.97	0.00
M ₂ (70%GA-30%MD)	0.98	0.97	0.98	0.01
M ₃ (60%GA-40%MD)	0.94	0.95	0.95	0.01
M ₄ (50%GA-50%MD)	0.94	0.95	0.95	0.01
M ₅ (40%GA-60%MD)	0.99	0.99	0.99	0.00
M ₆ (30%GA-70%MD)	0.99	0.99	0.99	0.00
M ₇ (20%GA-80%MD)	0.99	0.98	0.99	0.01

ANOVA para Índice de flujo de mezclas

Variable dependiente: Índice de flujo

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,005 ^a	6	,001	38,000	,000
Interceptación	13,231	1	13,231	617440,333	,000
Tratamientos	,005	6	,001	38,000	,000
Error	,000	7	2,143E-5		
Total	13,236	14			
Total corregido	,005	13			

a. R al cuadrado = ,970 (R al cuadrado ajustada = ,945)

Índice de flujo

HSD Tukey^{a,b} (95.0 %) para tratamiento de mezclas

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
M3	2	,9450		
M4	2	,9450		
M1	2		,9700	
M2	2		,9750	,9750
M5	2			,9900
M6	2			,9900
M7	2			,9900
Sig.		1,000	,916	,118

Análisis estadístico de pH

Tratamientos	pH				
	pH1	pH2	pH3	Promedio	± SD
M ₁ (80%GA-20%MD)	4.40	4.41	4.40	4.40	0.01
M ₂ (70%GA-30%MD)	4.42	4.42	4.42	4.42	0.00
M ₃ (60%GA-40%MD)	4.44	4.44	4.45	4.44	0.01
M ₄ (50%GA-50%MD)	4.45	4.46	4.46	4.46	0.01
M ₅ (40%GA-60%MD)	4.50	4.50	4.49	4.50	0.01
M ₆ (30%GA-70%MD)	4.56	4.56	4.55	4.56	0.01
M ₇ (20%GA-80%MD)	4.60	4.61	4.60	4.60	0.01

ANOVA para pH de mezclas

Variable dependiente: pH

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,098 ^a	6	,016	571,833	,000
Interceptación	422,016	1	422,016	14770566,000	,000
Tratamientos	,098	6	,016	571,833	,000
Error	,000	14	2,857E-5		
Total	422,115	21			
Total corregido	,098	20			

a. R al cuadrado = ,996 (R al cuadrado ajustada = ,994)

HSD Tukey^{a,b} (95.0 %) para pH de mezclas

Tratamientos	N	Subconjunto					
		1	2	3	4	5	6
M1	3	4,4033					
M2	3		4,4200				
M3	3			4,4433			
M4	3			4,4567			
M5	3				4,4967		
M6	3					4,5567	
M7	3						4,6033
Sig.		1,000	1,000	,094	1,000	1,000	1,000

Anexo 11b. Análisis estadístico de características físico químicas de las microcápsulas (humedad, Aw y % EE)**

Análisis estadístico del % de humedad

Tratamientos	Recuento	H1	H2	H3	Promedio	± SD
M ₁ (80%GA-20%MD)	3	5.8	5.65	6.76	6.07	0.60
M ₂ (70%GA-30%MD)	3	7.15	7.02	6.9	7.02	0.13
M ₃ (60%GA-40%MD)	3	6.9	7.89	7.25	7.35	0.50
M ₄ (50%GA-50%MD)	3	11.8	10.5	10.38	10.89	0.78
M ₅ (40%GA-60%MD)	3	6.95	5.89	7.61	6.82	0.87
M ₆ (30%GA-70%MD)	3	8.01	9.1	8.46	8.52	0.55
M ₇ (20%GA-80%MD)	3	11.8	12.03	11.87	11.90	0.12

ANOVA para humedad de microcápsulas

Variable dependiente: Humedad

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	88,145 ^a	6	14,691	44,723	,000
Interceptación	1470,023	1	1470,023	4475,216	,000
Tratamientos	88,145	6	14,691	44,723	,000
Error	4,599	14	,328		
Total	1562,767	21			
Total corregido	92,743	20			

a. R al cuadrado = ,950 (R al cuadrado ajustada = ,929)

HSD Tukey^{a,b} (95.0 %) para Humedad de microcápsulas

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
M1	3	6,0700		
M5	3	6,8167		
M2	3	7,0233	7,0233	
M3	3	7,3467	7,3467	
M6	3		8,5233	
M4	3			10,8867
M7	3			11,9000
Sig.		,161	,072	,370

Análisis estadístico del Aw

Tratamientos	Recuento	Aw1	Aw2	Aw3	Promedio	± SD
T1	3	0.16	0.16	0.16	0.16	0.00
T2	3	0.20	0.19	0.20	0.20	0.01
T3	3	0.17	0.16	0.17	0.17	0.01
T4	3	0.47	0.47	0.46	0.47	0.00
T5	3	0.35	0.34	0.35	0.35	0.01
T6	3	0.33	0.31	0.32	0.32	0.01
T7	3	0.31	0.32	0.32	0.32	0.01

ANOVA para Aw de microcápsulas

Variable dependiente: Aw

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,224 ^a	6	,037	862,248	,000
Interceptación	1,657	1	1,657	38231,487	,000
Tratamientos	,224	6	,037	862,248	,000
Error	,001	14	4,335E-5		
Total	1,882	21			
Total corregido	,225	20			

a. R al cuadrado = ,997 (R al cuadrado ajustada = ,996)

Aw

HSD Tukey^{a,b} (95.0 %) para Aw de microcápsulas

Tratamientos	N	Subconjunto				
		1	2	3	4	5
T1	3	,1607				
T3	3	,1653				
T2	3		,1997			
T7	3			,3150		
T6	3			,3177		
T5	3				,3428	
T4	3					,4653
Sig.		,972	1,000	,999	1,000	1,000

Análisis estadístico del % EE

Tratamientos	% EE			Promedio % EE	± SD
	EE1	EE2	EE3		
T ₁	61.52	60.00	65.00	62.17	2.56
T ₂	69.21	68.02	67.21	68.15	1.01
T ₃	68.25	67.20	67.05	67.50	0.65
T ₄	69.21	72.08	69.20	70.16	1.66
T ₅	71.24	74.52	70.50	72.09	2.14
T ₆	73.09	72.75	76.23	74.02	1.92
T ₇	74.35	77.11	74.66	75.37	1.51

EE: Eficiencia de encapsulación

ANOVA para Eficiencia de microcápsulas

Variable dependiente: % EE

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	361,025 ^a	6	60,171	19,766	,000
Interceptación	102676,122	1	102676,122	33728,125	,000
Tratamientos	361,025	6	60,171	19,766	,000
Error	42,619	14	3,044		
Total	103079,766	21			
Total corregido	403,644	20			

a. R al cuadrado = ,894 (R al cuadrado ajustada = ,849)

% EE

HSD Tukey^{a,b} (95.0 %) para % EE

Tratamientos	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
T1	3	62,1733			
T3	3		67,5000		
T2	3		68,1467		
T4	3		70,1633	70,1633	
T5	3		72,0867	72,0867	72,0867
T6	3			74,0233	74,0233
T7	3				75,3733
Sig.		1,000	,071	,166	,305

Anexo 11c. Análisis estadístico sobre el efecto antimicrobiano del aceite esencial de perejil sin microencápsular

Formación de halos de inhibición (<i>S. aureus</i> *)					
Concentraciones	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	Promedio	± SD
AE _{C1=10μL}	9.00	8.33	8.00	8.44	0.51
AE _{C2=15μL}	8.67	9.00	9.00	8.89	0.19
AE _{C3=20μL}	9.00	9.33	8.33	8.89	0.51
AE _{C4=25μL}	9.33	10.33	8.67	9.44	0.84
AE _{C5=30μL}	9.67	9.67	10.67	10.00	0.58
AE _{C6=35μL}	11.33	10.00	9.33	10.22	1.02
AE _{C7=40μL}	10.66	10.33	10.67	10.55	0.19
AE _{C8=45μL}	10.67	10.67	11.00	10.78	0.19
AE _{C9=50μL}	13.67	11.33	12.00	12.33	1.20

ANOVA para halos de inhibición de *S. aureus**

Variable dependiente: Halos de *S. aureus*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	34,770 ^a	8	4,346	9,426	,000
Interceptación	2673,267	1	2673,267	5797,865	,000
Concentraciones	34,770	8	4,346	9,426	,000
Error	8,299	18	,461		
Total	2716,336	27			
Total corregido	43,069	26			

a. R al cuadrado = ,807 (R al cuadrado ajustada = ,722)

HSD Tukey^{a,b} (95.0 %) para halos de inhibición de *S. aureus**

Concentraciones	N	Subconjunto		
		1	2	3
C1	3	8,4433		
C3	3	8,8867	8,8867	
C2	3	8,8900	8,8900	
C4	3	9,4433	9,4433	
C5	3	10,0033	10,0033	
C6	3	10,2200	10,2200	
C7	3		10,5533	10,5533
C8	3		10,7800	10,7800
C9	3			12,3333
Sig.		,089	,059	,088

Formación de halos de inhibición (<i>Salmonella</i> **)					
Concentraciones	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	Promedio	± SD
AE _{C1=10μL}	7.00	7.00	7.00	7.00	0.00
AE _{C2=15μL}	7.00	7.00	7.00	7.00	0.00
AE _{C3=20μL}	7.00	7.50	6.33	6.94	0.59
AE _{C4=25μL}	12.33	14.22	14.00	13.52	1.03
AE _{C5=30μL}	12.33	8.33	9.00	9.89	2.14
AE _{C6=35μL}	13.34	14.35	13.33	13.67	0.59
AE _{C7=40μL}	13.67	11.33	12.00	12.33	1.20
AE _{C8=45μL}	14.67	13.67	13.00	13.78	0.84
AE _{C9=50μL}	16.33	18.33	16.00	16.89	1.26

** *Salmonella entérica subsp. arizonae* (ATCC ® 13314TM)

ANOVA para halos de inhibición de *salmonella***

Variable dependiente: Halos *salmonella entérica***

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	320,646 ^a	8	40,081	35,736	,000
Interceptación	3401,680	1	3401,680	3032,972	,000
Concentraciones	320,646	8	40,081	35,736	,000
Error	20,188	18	1,122		
Total	3742,514	27			
Total corregido	340,834	26			

a. R al cuadrado = ,941 (R al cuadrado ajustada = ,914)

HSD Tukey^{a,b} (95.0 %) para halos de inhibición de *salmonella entérica***

Concentraciones	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
C3	3	6,9433			
C1	3	7,0000			
C2	3	7,0000			
C5	3	9,8867	9,8867		
C7	3		12,3333	12,3333	
C4	3			13,5167	
C6	3			13,6733	
C8	3			13,7800	
C9	3				16,8867
Sig.		,061	,173	,754	1,000

Anexo 11d. Análisis estadístico de características físico químicas de la carne (% humedad, cenizas, pH, acidez y color).

% Humedad						
Tratamientos	Días					
	Días	H1	H2	H3	Promedio	± SD
T0	0	77,63	77,82	70,94	75,46	3,92
	3	76,14	75,68	73,26	75,03	1,55
	6	74,00	74,76	72,64	73,80	1,07
MC ₁	0	75,25	75,11	75,41	75,26	0,15
	3	71,18	70,41	71,56	71,05	0,59
	6	74,96	70,46	71,59	72,34	2,34
	9	73,23	71,99	71,65	72,29	0,83
MC ₂	0	76,01	74,01	75,02	75,01	1,00
	3	65,99	68,56	69,21	67,92	1,70
	6	67,67	68,67	70,96	69,10	1,69
	9	70,57	70,87	68,54	70,00	1,27
	12	69,59	70,64	68,97	69,73	0,85
MC ₃	0	74,75	74,47	76,11	75,11	0,88
	3	65,23	63,75	65,28	64,75	0,87
	6	66,09	67,59	64,92	66,20	1,34
	9	65,94	66,42	65,60	65,99	0,41
	12	65,10	67,22	65,92	66,08	1,07

Evaluación de los tratamientos por cada día

ANOVA de humedad en el día 0 para los 3 tratamientos + testigo

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Humedad

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,345 ^a	3	,115	,027	,994
Interceptación	67880,033	1	67880,033	15835,217	,000
Tratamientos	,345	3	,115	,027	,994
Error	34,293	8	4,287		
Total	67914,672	12			
Total corregido	34,638	11			

Humedad

HSD Tukey^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto
		1
MC2	3	75,0133
MC3	3	75,1100
MC1	3	75,2567
T0	3	75,4633
Sig.		,993

ANOVA de humedad en el día 3 para los 3 tratamientos + testigo

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Humedad

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	173,499 ^a	3	57,833	36,191	,000
Interceptación	58276,172	1	58276,172	36468,383	,000
Tratamientos	173,499	3	57,833	36,191	,000
Error	12,784	8	1,598		
Total	58462,455	12			
Total corregido	186,283	11			

Humedad

HSD Tukey^{a,b} (95.0 %) para humedad

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
MC3	3	64,7533		
MC2	3	67,9200	67,9200	
MC1	3		71,0500	
T0	3			75,0267
Sig.		,060	,064	1,000

ANOVA de humedad en el día 6 para los 3 tratamientos + testigo

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Humedad

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	103,902 ^a	3	34,634	12,292	,002
Interceptación	59404,948	1	59404,948	21083,840	,000
Tratamientos	103,902	3	34,634	12,292	,002
Error	22,540	8	2,818		
Total	59531,390	12			
Total corregido	126,442	11			

Humedad

HSD Tukey^{a,b} (95.0 %) para humedad

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
MC3	3	66,2000		
MC2	3	69,1000	69,1000	
MC1	3		72,3367	72,3367
T0	3			73,8000
Sig.		,227	,163	,717

ANOVA de humedad en el día 9 para los 3 tratamientos + testigo

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Humedad

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	56,752 ^a	2	28,376	20,816	,002
Interceptación	43465,300	1	43465,300	31885,276	,000
Tratamientos	56,752	2	28,376	20,816	,002
Error	8,179	6	1,363		
Total	43530,232	9			
Total corregido	64,931	8			

Humedad

HSD Tukey^{a,b} (95.0 %) para humedad

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
MC3	3	66,2000	
MC2	3		69,9933
MC1	3		72,2900
Sig.		1,000	,115

ANOVA de humedad en el día 12 para los 3 tratamientos + testigo

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Humedad

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	20,020 ^a	1	20,020	21,580	,010
Interceptación	27667,892	1	27667,892	29823,645	,000
Tratamientos	20,020	1	20,020	21,580	,010
Error	3,711	4	,928		
Total	27691,623	6			
Total corregido	23,731	5			

Tratamientos

Variable dependiente: Humedad

Tratamientos	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
MC2	69,733	,556	68,189	71,277
MC3	66,080	,556	64,536	67,624

Evaluación de cada tratamiento por días de evaluación

ANOVA de humedad del Testigo en los días (0,3 y 6) de evaluación

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Humedad

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	4,462 ^a	2	2,231	,354	,716
Interceptación	50306,004	1	50306,004	7984,334	,000
Días	4,462	2	2,231	,354	,716
Error	37,804	6	6,301		
Total	50348,270	9			
Total corregido	42,266	8			

a. R al cuadrado = ,106 (R al cuadrado ajustada = -,193)

Humedad

HSD Tukey^{a,b}

Días	N	Subconjunto	
		1	2
T0 Día 6	3	73,8000	
T0 Día 3	3	75,0267	
T0 Día 0	3	75,4633	
Sig.		,710	

ANOVA de humedad del tratamiento (T1) por los días (0, 3, 6 y 9) de evaluación

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Humedad

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	28,664 ^a	3	9,555	5,846	,021
Interceptación	63481,653	1	63481,653	38838,181	,000
Días	28,664	3	9,555	5,846	,021
Error	13,076	8	1,635		
Total	63523,394	12			
Total corregido	41,740	11			

a. R al cuadrado = ,687 (R al cuadrado ajustada = ,569)

HSD Tukey^{a,b} **Humedad**

Días	N	Subconjunto	
		1	2
MC1 Día 3	3	71,0500	
MC1 Día 9	3	72,2900	72,2900
MC1 Día 6	3	72,3367	72,3367
MC1 Día 0	3		75,2567
Sig.		,625	,083

ANOVA de humedad del tratamiento (MC2) por los días (0, 3, 6, 9 y 12) de evaluación

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Humedad

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	89,165 ^a	4	22,291	12,297	,001
Interceptación	74241,059	1	74241,059	40956,969	,000
Días	89,165	4	22,291	12,297	,001
Error	18,127	10	1,813		
Total	74348,350	15			
Total corregido	107,291	14			

HSD Tukey^{a,b} **Humedad**

Días	N	Subconjunto	
		1	2
MC2 Día 3	3	67,9200	
MC2 Día 6	3	69,1000	
MC2 Día 12	3	69,7333	
MC2 Día 9	3	69,9933	
MC2 Día 0	3		75,0133
Sig.		,382	1,000

ANOVA de humedad del tratamiento (MC3) por los días (0, 3, 6, 9 y 12) de evaluación

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Humedad

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	214,120 ^a	4	53,530	57,820	,000
Interceptación	68599,138	1	68599,138	74096,079	,000
Días	214,120	4	53,530	57,820	,000
Error	9,258	10	,926		
Total	68822,517	15			
Total corregido	223,379	14			

a. R al cuadrado = ,959 (R al cuadrado ajustada = ,942)

HSD Tukey^{a,b} **Humedad**

Días	N	Subconjunto	
		1	2
MC3 Día 3	3	64,7533	
MC3 Día 9	3	65,9867	
MC3 Día 12	3	66,0800	
MC3 Día 6	3	66,2000	
MC3 Día 0	3		75,1100
Sig.		,404	1,000

% Cenizas					
Tratamientos	Días				
	Días	Cen.1	Cen.2	Promedio	± SD
T0	0	0,99	1,35	1,17	0,26
	3	1,51	0,83	1,17	0,48
	6	0,91	0,78	0,85	0,09
MC ₁	0	1,01	1,08	1,05	0,05
	3	1,25	1,00	1,12	0,18
	6	1,15	1,02	1,08	0,09
	9	0,80	0,75	0,78	0,03
MC ₂	0	1,11	1,09	1,10	0,01
	3	1,25	1,25	1,25	0,00
	6	0,92	0,97	0,94	0,04
	9	0,84	0,86	0,85	0,01
	12	0,90	0,85	0,87	0,03

MC ₃	0	1,07	1,00	1,04	0,05
	3	1,09	1,02	1,05	0,05
	6	0,80	1,62	1,21	0,58
	9	0,95	0,90	0,93	0,03
	12	0,99	0,87	0,93	0,08

ANOVA de cenizas en el día 0 para los 3 tratamientos + testigo

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Cenizas

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,023 ^a	3	,008	,440	,737
Interceptación	9,461	1	9,461	541,416	,000
Tratamiento	,023	3	,008	,440	,737
Error	,070	4	,017		
Total	9,554	8			
Total corregido	,093	7			

Cenizas

HSD Tukey^{a,b}

Tratamiento	N	Subconjunto	
			1
MC3 Día 0	2		1,0350
MC1 Día 0	2		1,0450
MC2 Día 0	2		1,1000
T0 Día 0	2		1,1700
Sig.			,748

ANOVA de Cenizas en el día 3 para los 3 tratamientos + testigo

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Cenizas

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,040 ^a	3	,013	,202	,890
Interceptación	10,580	1	10,580	159,758	,000
Tratamiento	,040	3	,013	,202	,890
Error	,265	4	,066		
Total	10,885	8			
Total corregido	,305	7			

Cenizas

HSD Tukey^{a,b}

Tratamiento	N	Subconjunto	
			1
MC3 Día 3	2		1,0550
MC1 Día 3	2		1,1250
T0 Día 3	2		1,1700
MC2 Día 3	2		1,2500
Sig.			,870

ANOVA de cenizas en el día 6 para los 3 tratamientos + testigo

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Cenizas

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,153 ^a	3	,051	,576	,661
Interceptación	8,344	1	8,344	94,185	,001
Tratamiento	,153	3	,051	,576	,661
Error	,354	4	,089		
Total	8,851	8			
Total corregido	,507	7			

a. R al cuadrado = ,302 (R al cuadrado ajustada = -,222)

Cenizas

HSD Tukey^{a,b}

Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	2
T0 Día 6	2	,8450	
MC2 Día 6	2	,9450	
MC1 Día 6	2	1,0850	
MC3 Día 6	2	1,2100	
Sig.		,645	

ANOVA de ceniza en el día 9 para los 3 tratamientos + testigo

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Cenizas

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,023 ^a	2	,011	12,500	,035
Interceptación	4,335	1	4,335	4816,667	,000
Tratamiento	,023	2	,011	12,500	,035
Error	,003	3	,001		
Total	4,360	6			
Total corregido	,025	5			

a. R al cuadrado = ,893 (R al cuadrado ajustada = ,821)

Cenizas

HSD Tukey^{a,b}

Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	2
MC1 Día 9	2	,7750	
MC2 Día 9	2	,8500	,8500
MC3 Día 9	2		,9250
Sig.		,168	,168

ANOVA de Ceniza en el día 12 para los 3 tratamientos + testigo

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Cenizas

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,003 ^a	1	,003	,716	,487
Interceptación	3,258	1	3,258	771,130	,001
Tratamiento	,003	1	,003	,716	,487
Error	,008	2	,004		
Total	3,270	4			
Total corregido	,011	3			

a. R al cuadrado = ,264 (R al cuadrado ajustada = -,105)

Tratamiento

Variable dependiente: Cenizas

Tratamiento	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
MC2 Día 9	,875	,046	,677	1,073
MC3 Día 9	,930	,046	,732	1,128

ANOVA de ceniza para T0 en los tres días de evaluación

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Cenizas

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,141 ^a	2	,070	,694	,565
Interceptación	6,763	1	6,763	66,640	,004
Días	,141	2	,070	,694	,565
Error	,304	3	,101		
Total	7,208	6			
Total corregido	,445	5			

a. R al cuadrado = ,316 (R al cuadrado ajustada = -,140)

HSD Tukey^{a,b} Cenizas

Días	N	Subconjunto	
		1	
T0 Día 6	2		,8450
T0 Día 0	2		1,1700
T0 Día 3	2		1,1700
Sig.			,616

ANOVA de ceniza para T1 en los cuatro días de evaluación

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Cenizas

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,151 ^a	3	,050	4,625	,087
Interceptación	8,120	1	8,120	748,429	,000
Días	,151	3	,050	4,625	,087
Error	,043	4	,011		
Total	8,314	8			
Total corregido	,194	7			

HSD Tukey^{a,b} Cenizas

Días	N	Subconjunto	
		1	
MC1 Día 9	2		,7750
MC1 Día 0	2		1,0450
MC1 Día 6	2		1,0850
MC1 Día 3	2		1,1250
Sig.			,090

ANOVA de ceniza para MC2 en los cinco días de evaluación

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Cenizas

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,227 ^a	4	,057	97,905	,000
Interceptación	10,080	1	10,080	17379,586	,000
Días	,227	4	,057	97,905	,000
Error	,003	5	,001		
Total	10,310	10			
Total corregido	,230	9			

a. R al cuadrado = ,987 (R al cuadrado ajustada = ,977)

HSD Tukey^{a,b} Cenizas

Días	N	Subconjunto		
		1	2	3
MC2 Día 9	2	,8500		
MC2 Día 12	2	,8750		
MC2 Día 6	2	,9450		
MC2 Día 0	2		1,1000	
MC2 Día 3	2			1,2500
Sig.		,053	1,000	1,000

ANOVA de ceniza para MC3 en los cinco días de evaluación

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Cenizas

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,108 ^a	4	,027	,387	,811
Interceptación	10,630	1	10,630	152,047	,000
Días	,108	4	,027	,387	,811
Error	,350	5	,070		
Total	11,087	10			
Total corregido	,458	9			

a. R al cuadrado = ,236 (R al cuadrado ajustada = -,375)

HSD Tukey^{a,b} Cenizas

Días	N	Subconjunto
		1
MC3 Día 9	2	,9250
MC3 Día 12	2	,9300
MC3 Día 0	2	1,0350
MC3 Día 3	2	1,0550
MC3 Día 6	2	1,2100
Sig.		,811

	Tratamiento	Días	pH1	pH2	pH3	Promedio	± SD
	pH	T0	DIA 0	5,81	5,79	5,82	5,81
DIA 3			5,51	5,43	5,42	5,45	0,05
DIA 6			6,12	6,15	6,15	6,14	0,02
MC ₁		DIA 0	5,66	5,66	5,68	5,67	0,01
		DIA 3	5,61	5,64	5,65	5,63	0,02
		DIA 6	5,59	5,61	5,58	5,59	0,02
		DIA 9	5,65	5,65	5,58	5,63	0,04
MC ₂		DIA 0	5,58	5,57	5,57	5,58	0,01
		DIA 3	5,51	5,49	5,49	5,50	0,01
		DIA 6	5,48	5,46	5,49	5,48	0,02
		DIA 9	5,41	5,41	5,45	5,42	0,02
		DIA 12	5,59	5,59	5,61	5,60	0,01
MC ₃		DIA 0	5,51	5,48	5,51	5,50	0,02
		DIA 3	5,31	5,29	5,29	5,30	0,01
		DIA 6	5,31	5,25	5,23	5,26	0,04
	DIA 9	5,21	5,22	5,25	5,23	0,02	
	DIA 12	5,41	5,44	5,45	5,43	0,02	

Evaluación de los tratamientos por cada día

ANOVA de pH en el día 0 para los 3 tratamientos + testigo

Variable dependiente: pH

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,156 ^a	3	,052	260,375	,000
Interceptación	381,377	1	381,377	1906884,375	,000
Tratamiento	,156	3	,052	260,375	,000
Error	,002	8	,000		
Total	381,535	12			
Total corregido	,158	11			

a. R al cuadrado = ,990 (R al cuadrado ajustada = ,986)

pH

HSD Tukey^{a,b} (95.0 %) para pH

Tratamiento	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
MC3	3	5,5000			
MC2	3		5,5767		
MC1	3			5,6667	
T0	3				5,8067
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

ANOVA de pH en el día 3 para los 3 tratamientos + testigo

Variable dependiente: pH

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,173 ^a	3	,058	73,674	,000
Interceptación	359,051	1	359,051	458362,723	,000
Tratamiento	,173	3	,058	73,674	,000
Error	,006	8	,001		
Total	359,230	12			
Total corregido	,179	11			

pH

HSD Tukey^{a,b} (95.0 %) para pH

Tratamiento	N	Subconjunto		
		1	2	3
MC3	3	5,2967		
T0	3		5,4533	
MC2	3		5,4967	
MC1	3			5,6333
Sig.		1,000	,301	1,000

ANOVA de pH en el día 6 para los 3 tratamientos + testigo

Variable dependiente: pH

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	1,257 ^a	3	,419	670,169	,000
Interceptación	378,788	1	378,788	606060,853	,000
Tratamiento	1,257	3	,419	670,169	,000
Error	,005	8	,001		
Total	380,050	12			
Total corregido	1,262	11			

a. R al cuadrado = ,996 (R al cuadrado ajustada = ,995)

pH

HSD Tukey^{a,b} (95.0 %) para pH

Tratamiento	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
MC3	3	5,2633			
MC2	3		5,4767		
MC1	3			5,5933	
T0	3				6,1400
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

ANOVA de pH en el día 9 para los 3 tratamientos + testigo

Variable dependiente: pH

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,240 ^a	2	,120	138,474	,000
Interceptación	264,930	1	264,930	305688,321	,000
Tratamiento	,240	2	,120	138,474	,000
Error	,005	6	,001		
Total	265,175	9			
Total corregido	,245	8			

a. R al cuadrado = ,979 (R al cuadrado ajustada = ,972)

pH

HSD Tukey^{a,b} (95.0 %) para pH

Tratamiento	N	Subconjunto		
		1	2	3
MC3	3	5,2267		
MC2	3		5,4233	
MC1	3			5,6267
Sig.		1,000	1,000	1,000

ANOVA de pH en el día 12 para los 3 tratamientos + testigo

Variable dependiente: pH

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,040 ^a	1	,040	141,235	,000
Interceptación	182,491	1	182,491	644087,118	,000
Tratamiento	,040	1	,040	141,235	,000
Error	,001	4	,000		
Total	182,533	6			
Total corregido	,041	5			

a. R al cuadrado = ,972 (R al cuadrado ajustada = ,966)

Tratamiento

Variable dependiente: pH

Tratamiento	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
MC2	5,597	,010	5,570	5,624
MC3	5,433	,010	5,406	5,460

Evaluación de cada tratamiento por días de evaluación

ANOVA de pH del Testigo en los días (0,3 y 6) de evaluación

Variable dependiente: pH

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,707 ^a	2	,354	357,708	,000
Interceptación	302,760	1	302,760	306161,798	,000
Días	,707	2	,354	357,708	,000
Error	,006	6	,001		
Total	303,473	9			
Total corregido	,713	8			

pH

HSD Tukey^{a,b} (95.0 %) para pH

Días	N	Subconjunto		
		1	2	3
T0 Día 3	3	5,4533		
T0 Día 0	3		5,8067	
T0 Día 6	3			6,1400
Sig.		1,000	1,000	1,000

ANOVA de pH del tratamiento (T1) por los días (0, 3, 6 y 9) de evaluación

Variable dependiente: pH

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,008 ^a	3	,003	4,457	,040
Interceptación	380,363	1	380,363	625253,918	,000
Días	,008	3	,003	4,457	,040
Error	,005	8	,001		
Total	380,376	12			
Total corregido	,013	11			

HSD Tukey^{a,b} (95.0 %) para pH

Días	N	Subconjunto	
		1	2
MC1 Día 6	3	5,5933	
TMC1 Día 9	3	5,6267	5,6267
MC1 Día 3	3	5,6333	5,6333
MC1 Día 0	3		5,6667
Sig.		,269	,269

ANOVA de pH del tratamiento (MC2) por los días (0, 3, 6, 9 y 12) de evaluación

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: pH					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,062 ^a	4	,016	66,457	,000
Interceptación	456,063	1	456,063	1954555,457	,000
Días	,062	4	,016	66,457	,000
Error	,002	10	,000		
Total	456,127	15			
Total corregido	,064	14			

a. R al cuadrado = ,964 (R al cuadrado ajustada = ,949)

HSD Tukey^{a,b} (95.0 %) para pH

Días	N	Subconjunto		
		1	2	3
MC2 Día 9	3	5,4233		
MC2 Día 6	3		5,4767	
MC2 Día 3	3		5,4967	
MC2 Día 0	3			5,5767
MC2 Día 12	3			5,5967
Sig.		1,000	,527	,527

ANOVA de pH del tratamiento (MC3) por los días (0, 3, 6, 9 y 12) de evaluación

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: pH

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,164 ^a	4	,041	67,786	,000
Interceptación	428,375	1	428,375	706112,703	,000
Días	,164	4	,041	67,786	,000
Error	,006	10	,001		
Total	428,546	15			
Total corregido	,171	14			

a. R al cuadrado = ,964 (R al cuadrado ajustada = ,950)

pH

HSD Tukey^{a,b} (95.0 %) para pH

Días	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
MC3 Día 9	3	5,2267			
MC3 Día 6	3	5,2633	5,2633		
MC3 Día 3	3		5,2967		
MC3 Día 12	3			5,4333	
MC3 Día 0	3				5,5000
Sig.		,412	,498	1,000	1,000

ACIDEZ (% de ácido láctico)	Tratamientos	Días	Aci1	Aci2	Aci2	Promedio	± SD
	T ₀	DIA 0	0,50	0,50	0,47	0,49	0,02
		DIA 3	0,50	0,54	0,50	0,52	0,02
		DIA 6	0,61	0,58	0,61	0,60	0,02
	MC ₁	DIA 0	0,43	0,47	0,43	0,44	0,02
		DIA 3	0,43	0,47	0,43	0,44	0,02
		DIA 6	0,40	0,40	0,43	0,41	0,02
		DIA 9	0,47	0,54	0,54	0,52	0,04
	MC ₂	DIA 0	0,47	0,47	0,43	0,46	0,02
		DIA 3	0,43	0,47	0,43	0,44	0,02
		DIA 6	0,34	0,34	0,40	0,36	0,03
		DIA 9	0,40	0,40	0,43	0,41	0,02
		DIA 12	0,40	0,40	0,43	0,41	0,02
	MC ₃	DIA 0	0,47	0,42	0,47	0,45	0,03
		DIA 3	0,40	0,40	0,47	0,42	0,04
		DIA 6	0,34	0,40	0,32	0,35	0,04
		DIA 9	0,36	0,34	0,36	0,35	0,01
		DIA 12	0,36	0,34	0,36	0,35	0,01

ANOVA para los tratamientos en el día 0

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Acidez

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,004 ^a	3	,001	2,237	,161
Interceptación	2,548	1	2,548	4633,470	,000
Tratamiento	,004	3	,001	2,237	,161
Error	,004	8	,001		
Total	2,556	12			
Total corregido	,008	11			

a. R al cuadrado = ,456 (R al cuadrado ajustada = ,252)

HSD Tukey^{a,b} Acidez

Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	
MC1 Día 0	3	,4433	
MC3 Día 0	3	,4533	
MC2 Día 0	3	,4567	
T0 Día 0	3	,4900	
Sig.		,147	

ANOVA para los tratamientos en el día 3

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Acidez

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,014 ^a	3	,005	5,784	,021
Interceptación	2,493	1	2,493	3084,629	,000
Tratamiento	,014	3	,005	5,784	,021
Error	,006	8	,001		
Total	2,514	12			
Total corregido	,020	11			

Acidez

HSD Tukey^{a,b}

Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	2
MC3 Día 3	3	,4233	
MC1 Día 3	3	,4433	,4433
MC2 Día 3	3	,4433	,4433
T0 Día 3	3		,5133
Sig.		,824	,065

ANOVA para los tratamientos en el día 6

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Acidez

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,120 ^a	3	,040	45,368	,000
Interceptación	2,227	1	2,227	2521,594	,000
Tratamiento	,120	3	,040	45,368	,000
Error	,007	8	,001		
Total	2,355	12			
Total corregido	,127	11			

Acidez

HSD Tukey^{a,b}

Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	2
MC3 Día 6	3	,3533	
MC2 Día 6	3	,3600	
MC1 Día 6	3	,4100	
T0 Día 6	3		,6000
Sig.		,169	1,000

ANOVA para los tratamientos en el día 9

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Acidez

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,041 ^a	2	,021	29,952	,001
Interceptación	1,638	1	1,638	2378,323	,000
Tratamiento	,041	2	,021	29,952	,001
Error	,004	6	,001		
Total	1,684	9			
Total corregido	,045	8			

HSD Tukey^{a,b} Acidez

Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	2
MC3 Día 9	3	,3533	
MC2 Día 9	3	,4100	
MC1 Día 9	3		,5167
Sig.		,085	1,000

ANOVA para los tratamientos en el día 12

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Acidez

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,005 ^a	1	,005	22,231	,009
Interceptación	,874	1	,874	4033,923	,000
Tratamiento	,005	1	,005	22,231	,009
Error	,001	4	,000		
Total	,880	6			
Total corregido	,006	5			

a. R al cuadrado = ,848 (R al cuadrado ajustada = ,809)

Tratamiento

Variable dependiente: Acidez

Tratamiento	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
MC2 Día 12	,410	,008	,386	,434
MC3 Día 12	,353	,008	,330	,377

ANOVA de acidez del T0 en los tres días de evaluación

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Acidez

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,020 ^a	2	,010	26,676	,001
Interceptación	2,571	1	2,571	6804,735	,000
Días	,020	2	,010	26,676	,001
Error	,002	6	,000		
Total	2,593	9			
Total corregido	,022	8			

a. R al cuadrado = ,899 (R al cuadrado ajustada = ,865)

HSD Tukey^{a,b} Acidez

Días	N	Subconjunto	
		1	2
T0 Día 0	3	,4900	
T0 Día 3	3	,5133	
T0 Día 6	3		,6000
Sig.		,368	1,000

ANOVA de acidez del MC1 en los cuatro días de evaluación

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Acidez

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,018 ^a	3	,006	8,119	,008
Interceptación	2,466	1	2,466	3288,178	,000
Días	,018	3	,006	8,119	,008
Error	,006	8	,001		
Total	2,490	12			
Total corregido	,024	11			

a. R al cuadrado = ,753 (R al cuadrado ajustada = ,660)

HSD Tukey^{a,b} **Acidez**

Días	N	Subconjunto	
		1	2
MC1 Día 6	3	,4100	
MC1 Día 0	3	,4433	
MC1 Día 3	3	,4433	
MC1 Día 9	3		,5167
Sig.		,485	1,000

ANOVA de acidez del MC2 en los cuatro días de evaluación

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Acidez

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,017 ^a	4	,004	7,337	,005
Interceptación	2,596	1	2,596	4527,628	,000
Días	,017	4	,004	7,337	,005
Error	,006	10	,001		
Total	2,618	15			
Total corregido	,023	14			

a. R al cuadrado = ,746 (R al cuadrado ajustada = ,644)

HSD Tukey^{a,b} **Acidez**

Días	N	Subconjunto	
		1	2
MC2 Día 6	3	,3600	
MC2 Día 9	3	,4100	,4100
MC2 Día 12	3	,4100	,4100
MC2 Día 3	3		,4433
MC2 Día 0	3		,4567
Sig.		,153	,196

ANOVA de acidez del MC3 en los cinco días de evaluación

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Acidez

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,027 ^a	4	,007	7,657	,004
Interceptación	2,250	1	2,250	2519,112	,000
Días	,027	4	,007	7,657	,004
Error	,009	10	,001		
Total	2,287	15			
Total corregido	,036	14			

a. R al cuadrado = ,754 (R al cuadrado ajustada = ,655)

HSD Tukey^{a,b} **Acidez**

Días	N	Subconjunto	
		1	2
MC3 Día 6	3	,3533	
MC3 Día 9	3	,3533	
MC3 Día 12	3	,3533	
MC3 Día 3	3	,4233	,4233
MC3 Día 0	3		,4533
Sig.		,096	,736

CRA (Capacidad de retención de agua)

CRA (mL agua/100gr carne)							
PH	Tratamientos	Días	CRA1	CRA2	CRA3	Promedio	± SD
	T0	DIA 0	20,00	14,00	22,00	18,67	4,16
		DIA 3	10,00	14,00	22,00	15,33	6,11
		DIA 6	10,00	20,00	20,00	16,67	5,77
	MC ₁	DIA 0	18,00	20,00	20,00	19,33	1,15
		DIA 3	20,00	18,00	20,00	19,33	1,15
		DIA 6	16,00	20,00	18,00	18,00	2,00
		DIA 9	20,00	18,00	14,00	17,33	3,06
	MC ₂	DIA 0	20,00	22,00	18,00	20,00	2,00
		DIA 3	20,00	16,00	20,00	18,67	2,31
		DIA 6	20,00	10,00	20,00	16,67	5,77
		DIA 9	20,00	18,00	10,00	16,00	5,29
		DIA 12	10,00	16,00	24,00	16,67	7,02
	MC ₃	DIA 0	20,00	20,00	20,00	20,00	0,00
		DIA 3	22,00	16,00	20,00	19,33	3,06
		DIA 6	18,00	10,00	20,00	16,00	5,29
		DIA 9	12,00	18,00	20,00	16,67	4,16
		DIA 12	14,00	16,00	20,00	16,67	3,06

ANOVA para los tratamientos en el día 0

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: CRA

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	3,667 ^a	3	1,222	,216	,883
Interceptación	4563,000	1	4563,000	805,235	,000
Tratamientos	3,667	3	1,222	,216	,883
Error	45,333	8	5,667		
Total	4612,000	12			
Total corregido	49,000	11			

a. R al cuadrado = ,075 (R al cuadrado ajustada = -,272)

HSD Tukey^{a,b} CRA

Tratamientos	N	Subconjunto
		1
T0	3	18,6667
MC1	3	19,3333
MC2	3	20,0000
MC3	3	20,0000
Sig.		,900

ANOVA para los tratamientos en el día 3

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: CRA

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	33,000 ^a	3	11,000	,825	,516
Interceptación	3960,333	1	3960,333	297,025	,000
Tratamientos	33,000	3	11,000	,825	,516
Error	106,667	8	13,333		
Total	4100,000	12			
Total corregido	139,667	11			

HSD Tukey^{a,b} **CRA**

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	
T0	3	15,3333	
MC2	3	18,6667	
MC1	3	19,3333	
MC3	3	19,3333	
Sig.			,565

ANOVA para los tratamientos en el día 6

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: CRA

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	6,333 ^a	3	2,111	,086	,966
Interceptación	3400,333	1	3400,333	137,851	,000
Tratamientos	6,333	3	2,111	,086	,966
Error	197,333	8	24,667		
Total	3604,000	12			
Total corregido	203,667	11			

HSD Tukey^{a,b} **CRA**

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	
MC3	3	16,0000	
T0	3	16,6667	
MC2	3	16,6667	
MC1	3	18,0000	
Sig.			,958

ANOVA para los tratamientos en el día 9

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: CRA

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	2,667 ^a	2	1,333	,073	,930
Interceptación	2500,000	1	2500,000	137,195	,000
Tratamientos	2,667	2	1,333	,073	,930
Error	109,333	6	18,222		
Total	2612,000	9			
Total corregido	112,000	8			

HSD Tukey^{a,b} **CRA**

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	
MC2	3	16,0000	
MC3	3	16,6667	
MC1	3	17,3333	
Sig.			,923

ANOVA para los tratamientos en el día 12

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: CRA

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	2,842E-14 ^a	1	2,842E-14	,000	1,000
Interceptación	1666,667	1	1666,667	56,818	,002
Tratamientos	,000	1	,000	,000	1,000
Error	117,333	4	29,333		
Total	1784,000	6			
Total corregido	117,333	5			

Tratamientos

Variable dependiente: CRA

Tratamientos	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
MC2	16,667	3,127	7,985	25,348
MC3	16,667	3,127	7,985	25,348

ANOVA para el tratamiento 0 durante los días (0, 3 y 6) de evaluación

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: CRA

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	16,889 ^a	2	8,444	,288	,760
Interceptación	2567,111	1	2567,111	87,515	,000
Días	16,889	2	8,444	,288	,760
Error	176,000	6	29,333		
Total	2760,000	9			
Total corregido	192,889	8			

CRA

HSD Tukey^{a,b}

Días	N	Subconjunto	
		1	
T0 Día 3	3		15,3333
T0 Día 6	3		16,6667
T0 Día 0	3		18,6667
Sig.			,743

ANOVA para el tratamiento 1 durante los días (0, 3, 6 y 9) de evaluación

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: CRA

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	9,000 ^a	3	3,000	,750	,552
Interceptación	4107,000	1	4107,000	1026,750	,000
Días	9,000	3	3,000	,750	,552
Error	32,000	8	4,000		
Total	4148,000	12			
Total corregido	41,000	11			

CRA

HSD Tukey^{a,b}

Días	N	Subconjunto	
		1	
MC1 Día 9	3		17,3333
MC1 Día 6	3		18,0000
MC1 Día 0	3		19,3333
MC1 Día 3	3		19,3333
Sig.			,630

ANOVA para el tratamiento 2 durante los días (0, 3, 6, 9 y 12) de evaluación

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: CRA

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	33,600 ^a	4	8,400	,350	,838
Interceptación	4646,400	1	4646,400	193,600	,000
Días	33,600	4	8,400	,350	,838
Error	240,000	10	24,000		
Total	4920,000	15			
Total corregido	273,600	14			

CRA

HSD Tukey^{a,b}

Días	N	Subconjunto	
		1	
MC2 Día 9	3		16,0000
MC2 Día 6	3		16,6667
MC2 Día 12	3		16,6667
MC2 Día 3	3		18,6667
MC2 Día 0	3		20,0000
Sig.			,850

ANOVA para el tratamiento 3 durante los días (0, 3, 6, 9 y 12) de evaluación

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: CRA

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	38,933 ^a	4	9,733	,760	,574
Interceptación	4717,067	1	4717,067	368,521	,000
Días	38,933	4	9,733	,760	,574
Error	128,000	10	12,800		
Total	4884,000	15			
Total corregido	166,933	14			

CRA

HSD Tukey^{a,b}

Días	N	Subconjunto
		1
MC3 Día 6	3	16,0000
MC3 Día 9	3	16,6667
MC3 Día 12	3	16,6667
MC3 Día 3	3	19,3333
MC3 Día 0	3	20,0000
Sig.		,658

Datos de variación de L*									
Tratamientos	Días	L* 1	L* 2	L* 3	L* 4	L* 5	L* 6	Promedio	± SD
T0	DIA 0	38,7	37,2	37,4	37,5	39,6	38,5	38,15	0,94
	DIA 3	39,5	35,1	37,5	41,2	35,9	32,31	36,92	3,19
	DIA 6	35,8	32,1	33,9	32,9	38,7	33,5	34,48	2,41
MC ₁	DIA 0	36,1	34,5	36,1	39,2	37,8	36,2	36,65	1,63
	DIA 3	37,1	37,5	36,9	37,2	34,3	34,2	36,20	1,52
	DIA 6	41,7	35,3	40,9	31,6	32,9	34,3	36,12	4,21
	DIA 9	35,4	35	33,3	35,1	34,5	37,2	35,08	1,27
MC ₂	DIA 0	35,5	32,4	35,8	35,1	37,5	39,8	36,02	2,48
	DIA 3	35,5	32,4	35,8	35,9	38,5	39,8	36,32	2,58
	DIA 6	36,2	37,3	37,8	36,5	36,8	37,6	37,03	0,63
	DIA 9	40,2	39,4	43,6	39,9	41,6	43,1	41,30	1,75
	DIA 12	41,2	42,4	43,6	39,1	40,6	43,1	41,67	1,69
MC ₃	DIA 0	31,6	42,9	33,6	37,5	39,6	37,3	37,08	4,06
	DIA 3	32,6	41,9	33,6	37,2	39,6	36,3	36,87	3,52
	DIA 6	41,3	39,2	39,5	42,2	42,5	42,9	41,27	1,58
	DIA 9	40,6	38,9	39	37,5	39,9	40,3	39,37	1,14
	DIA 12	40,6	38,9	39	37,5	35,9	40,3	38,70	1,77

Datos de variación de a*									
Tratamientos	Días	a*1	a*2	a*3	a*4	a*5	a*6	Promedio	± SD
T ₀	DIA 0	11,4	15,8	12,7	12,3	11,8	11,5	12,58	1,65
	DIA 3	7,8	6,8	7,6	8,1	9	6,4	7,62	0,93
	DIA 6	7,8	9,1	7,7	5,3	6,6	7,4	7,32	1,28
MC ₁	DIA 0	12,2	12,4	13,1	11,2	15,3	12,6	12,80	1,38
	DIA 3	9,2	12,4	13,1	11,2	15,3	12,6	12,30	2,03
	DIA 6	2,5	9,7	6,8	8,1	9,8	9,1	7,67	2,77
	DIA 9	3,6	6,5	7,4	3,6	3,9	4,8	4,97	1,62
MC ₂	DIA 0	13,2	11,5	11,2	10,9	7,9	12,5	11,20	1,83
	DIA 3	12,1	11,5	13,2	10,9	7,8	10,1	10,93	1,86
	DIA 6	14,4	9,6	9,4	12,7	7	11,9	10,83	2,67
	DIA 9	8,4	9,1	8,4	8,5	7,7	6,9	8,17	0,76
	DIA 12	8,1	9,1	8,4	8,5	7,2	6,9	8,03	0,83
MC ₃	DIA 0	17,6	10	12,9	8,4	9,9	12,1	11,82	3,27
	DIA 3	17,6	10	12,9	8,4	9,9	12,1	11,82	3,27
	DIA 6	8,7	6,9	6,7	7,7	8,8	9,4	8,03	1,10
	DIA 9	7,6	7	6,8	10,5	7,6	7,6	7,85	1,34
	DIA 12	7,4	6,9	6,8	9,5	7,6	4,6	7,13	1,58
Datos de variación de b*									
Tratamientos	Días	b*1	b*2	b*3	b*4	b*5	b*6	Promedio	± SD
T ₀	DIA 0	12,8	15,7	16,2	17,1	15,1	15,4	15,38	1,45
	DIA 3	13,4	13,6	13,1	1,1	9,1	9,8	10,02	4,78
	DIA 6	7,6	10,4	10,2	8,6	10,1	12,7	9,93	1,74
MC ₁	DIA 0	11,3	12,3	11	10,4	9,3	13,9	11,37	1,59
	DIA 3	10,3	11,3	11	9,4	7,3	13,9	10,53	2,19
	DIA 6	10,6	9,1	9,2	7,6	8,3	10,1	9,15	1,11
	DIA 9	8,9	8,3	9,9	9,2	9,1	8,7	9,02	0,54
MC ₂	DIA 0	11,1	10,9	10,7	10,4	9,3	9,1	10,25	0,85
	DIA 3	11,9	9,9	11,7	12,4	11,3	9,2	11,07	1,25
	DIA 6	10,2	10,7	9,2	14,8	11,3	12,5	11,45	1,98
	DIA 9	15,4	12,2	12	16,9	13,6	11,6	13,62	2,13
	DIA 12	15,5	13,2	12,2	16,1	13,6	11,6	13,70	1,78
MC ₃	DIA 0	10,8	9,9	10,9	9,4	11,4	11,2	10,60	0,78
	DIA 3	9,8	11,9	10,9	9,6	13,4	12,9	11,42	1,58
	DIA 6	11,7	16,2	13,6	12	14,3	14,5	13,72	1,68
	DIA 9	13,1	13,5	12,7	15,9	12,3	15,6	13,85	1,53
	DIA 12	14,1	12,4	14,7	14,9	15,2	13,4	14,12	1,06

ANOVA para color

ANOVA de L* en el día 0 para los 3 tratamientos + testigo

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: L

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	14,498 ^a	3	4,833	,738	,542
Interceptación	32811,615	1	32811,615	5009,152	,000
Tratamientos	14,498	3	4,833	,738	,542
Error	131,007	20	6,550		
Total	32957,120	24			
Total corregido	145,505	23			

a. R al cuadrado = ,100 (R al cuadrado ajustada = -,035)

L*

HSD Tukey^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	
MC2	6	36,0167	
MC1	6	36,6500	
MC3	6	37,0833	
T0	6	38,1500	
Sig.		,488	

ANOVA de L* en el día 3 para los 3 tratamientos + testigo

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: L

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	2,462 ^a	3	,821	,104	,957
Interceptación	32106,267	1	32106,267	4064,657	,000
Tratamientos	2,462	3	,821	,104	,957
Error	157,978	20	7,899		
Total	32266,706	24			
Total corregido	160,440	23			

L*

HSD Tukey^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	
MC1	6	36,2000	
MC2	6	36,3167	
MC3	6	36,8667	
T0	6	36,9183	
Sig.		,970	

ANOVA de L* en el día 6 para los 3 tratamientos + testigo

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: L

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	150,702 ^a	3	50,234	7,597	,001
Interceptación	33256,815	1	33256,815	5029,640	,000
Tratamientos	150,702	3	50,234	7,597	,001
Error	132,243	20	6,612		
Total	33539,760	24			
Total corregido	282,945	23			

a. R al cuadrado = ,533 (R al cuadrado ajustada = ,463)

L*

HSD Tukey^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T0	6	34,4833	
MC1	6	36,1167	
MC2	6	37,0333	
MC3	6		41,2667
Sig.		,341	1,000

ANOVA de L* en el día 9 para los 3 tratamientos

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: L

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	121,463 ^a	2	60,732	30,344	,000
Interceptación	26796,125	1	26796,125	13388,393	,000
Tratamientos	121,463	2	60,732	30,344	,000
Error	30,022	15	2,001		
Total	26947,610	18			
Total corregido	151,485	17			

L*

HSD Tukey^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
MC1	6	35,0833	
MC3	6		39,3667
MC2	6		41,3000
Sig.		1,000	,077

ANOVA de L* en el día 12 para tratamiento MC2 y MC3.

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: L

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	26,403 ^a	1	26,403	8,844	,014
Interceptación	19376,403	1	19376,403	6490,533	,000
Tratamientos	26,403	1	26,403	8,844	,014
Error	29,853	10	2,985		
Total	19432,660	12			
Total corregido	56,257	11			

ANOVA de L* del T0 en los 3 días de evaluación.

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: L

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	41,781 ^a	2	20,891	3,715	,049
Interceptación	24003,135	1	24003,135	4269,024	,000
Días	41,781	2	20,891	3,715	,049
Error	84,339	15	5,623		
Total	24129,256	18			
Total corregido	126,121	17			

L*

HSD Tukey^{a,b}

Días	N	Subconjunto	
		1	2
T0 Día 6	6	34,4833	
T0 Día 3	6	36,9183	36,9183
T0 Día 0	6		38,1500
Sig.		,210	,649

ANOVA de L* del MC1 en los 4 días de evaluación.

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: L

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	7,895 ^a	3	2,632	,432	,732
Interceptación	31125,604	1	31125,604	5113,806	,000
Días	7,895	3	2,632	,432	,732
Error	121,732	20	6,087		
Total	31255,230	24			
Total corregido	129,626	23			

L*

HSD Tukey^{a,b}

Días	N	Subconjunto
		1
T1 Día 9	6	35,0833
T1 Día 6	6	36,1167
T1 Día 3	6	36,2000
T1 Día 0	6	36,6500
Sig.		,694

ANOVA de L* del MC2 en los 5 días de evaluación.

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: L

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	185,683 ^a	4	46,421	12,116	,000
Interceptación	44390,533	1	44390,533	11586,184	,000
Días	185,683	4	46,421	12,116	,000
Error	95,783	25	3,831		
Total	44672,000	30			
Total corregido	281,467	29			

L*

HSD Tukey^{a,b}

Días	N	Subconjunto	
		1	2
T2 Día 0	6	36,0167	
T2 Día 3	6	36,3167	
T2 Día 6	6	37,0333	
T2 Día 9	6		41,3000
T2 Día 12	6		41,6667
Sig.		,894	,997

ANOVA de L* del MC3 en los 5 días de evaluación.

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: L

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	77,985 ^a	4	19,496	2,719	,052
Interceptación	44830,136	1	44830,136	6252,518	,000
Días	77,985	4	19,496	2,719	,052
Error	179,248	25	7,170		
Total	45087,370	30			
Total corregido	257,234	29			

L*

HSD Tukey^{a,b}

Días	N	Subconjunto
		1
T3 Día 3	6	36,8667
T3 Día 0	6	37,0833
T3 Día 12	6	38,7000
T3 Día 9	6	39,3667
T3 Día 6	6	41,2667
Sig.		,061

ANOVA de a* en el día 0 para los 3 tratamientos + testigo

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: a

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	9,683 ^a	3	3,228	,693	,567
Interceptación	3513,840	1	3513,840	754,070	,000
Tratamientos	9,683	3	3,228	,693	,567
Error	93,197	20	4,660		
Total	3616,720	24			
Total corregido	102,880	23			

a*

HSD Tukey^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto
		1
MC2	6	11,2000
MC3	6	11,8167
T0	6	12,5833
MC1	6	12,8000
Sig.		,583

ANOVA de a* en el día 3 para los 3 tratamientos + testigo

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: a

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	80,183 ^a	3	26,728	5,593	,006
Interceptación	2730,667	1	2730,667	571,449	,000
Tratamientos	80,183	3	26,728	5,593	,006
Error	95,570	20	4,779		
Total	2906,420	24			
Total corregido	175,753	23			

a*

HSD Tukey^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T0	6	7,6167	
MC2	6	10,9333	10,9333
MC3	6		11,8167
MC1	6		12,3000
Sig.		,071	,704

ANOVA de a* en el día 6 para los 3 tratamientos + testigo

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: a

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	46,508 ^a	3	15,503	3,515	,034
Interceptación	1718,734	1	1718,734	389,699	,000
Tratamientos	46,508	3	15,503	3,515	,034
Error	88,208	20	4,410		
Total	1853,450	24			
Total corregido	134,716	23			

a*

HSD Tukey^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T0	6	7,3167	
MC1	6	7,6667	7,6667
MC3	6	8,0333	8,0333
MC2	6		10,8333
Sig.		,934	,073

ANOVA de a* en el día 9 para los 3 tratamientos

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: a

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	37,308 ^a	2	18,654	11,138	,001
Interceptación	880,601	1	880,601	525,801	,000
Tratamientos	37,308	2	18,654	11,138	,001
Error	25,122	15	1,675		
Total	943,030	18			
Total corregido	62,429	17			

a*

HSD Tukey^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
MC1	6	4,9667	
MC3	6		7,8500
MC2	6		8,1667
Sig.		1,000	,906

ANOVA de a* en el día 12 para los tratamientos MC2 y MC3

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: a

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	2,430 ^a	1	2,430	1,524	,245
Interceptación	690,083	1	690,083	432,745	,000
Tratamientos	2,430	1	2,430	1,524	,245
Error	15,947	10	1,595		
Total	708,460	12			
Total corregido	18,377	11			

ANOVA de a* del T0 en los 3 días de evaluación.

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: a

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	104,991 ^a	2	52,496	30,164	,000
Interceptación	1514,334	1	1514,334	870,140	,000
Días	104,991	2	52,496	30,164	,000
Error	26,105	15	1,740		
Total	1645,430	18			
Total corregido	131,096	17			

a*

HSD Tukey^{a,b}

Días	N	Subconjunto	
		1	2
T0Día 6	6	7,3167	
T0Día 3	6	7,6167	
T0Día 0	6		12,5833
Sig.		,918	1,000

ANOVA de a* del MC1 en los 4 días de evaluación.

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: a

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	255,747 ^a	3	85,249	20,903	,000
Interceptación	2135,707	1	2135,707	523,671	,000
Días	255,747	3	85,249	20,903	,000
Error	81,567	20	4,078		
Total	2473,020	24			
Total corregido	337,313	23			

a*

HSD Tukey^{a,b}

Días	N	Subconjunto	
		1	2
MC1Día 9	6	4,9667	
MC1Día 6	6	7,6667	
MC1Día 3	6		12,3000
MC1Día 0	6		12,8000
Sig.		,128	,973

ANOVA de a* del MC2 en los 5 días de evaluación.

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: a

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	60,573 ^a	4	15,143	4,975	,004
Interceptación	2900,833	1	2900,833	953,051	,000
Días	60,573	4	15,143	4,975	,004
Error	76,093	25	3,044		
Total	3037,500	30			
Total corregido	136,667	29			

HSD Tukey^{a,b} a*

Días	N	Subconjunto	
		1	2
MC2 Día 12	6	8,0333	
MC2 Día 9	6	8,1667	
MC2 Día 6	6	10,8333	10,8333
MC2 Día 3	6	10,9333	10,9333
Día 0	6		11,2000
Sig.		,057	,996

ANOVA de a* del MC3 en los 5 días de evaluación.

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: a

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	126,385 ^a	4	31,596	5,883	,002
Interceptación	2611,467	1	2611,467	486,204	,000
Días	126,385	4	31,596	5,883	,002
Error	134,278	25	5,371		
Total	2872,130	30			
Total corregido	260,663	29			

HSD Tukey^{a,b} a*

Días	N	Subconjunto	
		1	2
MC3Día 12	6	7,1333	
MC3Día 9	6	7,8500	
MC3Día 6	6	8,0333	8,0333
MC3Día 0	6		11,8167
MC3Día 3	6		11,8167
Sig.		,961	,063

ANOVA de b* en el día 0 para los 3 tratamientos + testigo

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: b

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	100,983 ^a	3	33,661	22,624	,000
Interceptación	3398,640	1	3398,640	2284,288	,000
Tratamientos	100,983	3	33,661	22,624	,000
Error	29,757	20	1,488		
Total	3529,380	24			
Total corregido	130,740	23			

HSD Tukey^{a,b} b*

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
MC2	6	10,2500	
MC3	6	10,6000	
MC1	6	11,3667	
T0	6		15,3833
Sig.		,409	1,000

ANOVA de b* en el día 3 para los 3 tratamientos + testigo

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: b

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	6,775 ^a	3	2,258	,285	,836
Interceptación	2777,802	1	2777,802	350,637	,000
Tratamientos	6,775	3	2,258	,285	,836
Error	158,443	20	7,922		
Total	2943,020	24			
Total corregido	165,218	23			

HSD Tukeya,b		
Tratamientos	N	Subconjunto
		1
T0	6	10,0167
MC1	6	10,5333
MC2	6	11,0667
MC3	6	11,4167
Sig.		,824

ANOVA de b* en el día 6 para los 3 tratamientos + testigo

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: b

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	72,765 ^a	3	24,255	8,818	,001
Interceptación	2937,094	1	2937,094	1067,808	,000
Tratamientos	72,765	3	24,255	8,818	,001
Error	55,012	20	2,751		
Total	3064,870	24			
Total corregido	127,776	23			

b*

HSD Tukey^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
MC1	6	9,1500	
T0	6	9,9333	
MC2	6	11,4500	11,4500
MC3	6		13,7167
Sig.		,109	,116

ANOVA de b* en el día 9 para los 3 tratamientos

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: b

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	89,151 ^a	2	44,576	18,692	,000
Interceptación	2662,067	1	2662,067	1116,275	,000
Tratamientos	89,151	2	44,576	18,692	,000
Error	35,772	15	2,385		
Total	2786,990	18			
Total corregido	124,923	17			

a. R al cuadrado = ,714 (R al cuadrado ajustada = ,675)

b*

HSD Tukey^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
MC1	6	9,0167	
MC2	6		13,6167
MC3	6		13,8500
Sig.		1,000	,963

ANOVA de b* en el día 12 para los tratamientos MC2 y MC3

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: b

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,521 ^a	1	,521	,242	,633
Interceptación	2321,301	1	2321,301	1079,256	,000
Tratamientos	,521	1	,521	,242	,633
Error	21,508	10	2,151		
Total	2343,330	12			
Total corregido	22,029	11			

ANOVA de b* del T0 en los 3 días de evaluación.

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: b

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	117,021 ^a	2	58,511	6,276	,010
Interceptación	2496,889	1	2496,889	267,811	,000
Días	117,021	2	58,511	6,276	,010
Error	139,850	15	9,323		
Total	2753,760	18			
Total corregido	256,871	17			

HSD Tukey^{a,b} b*

Días	N	Subconjunto	
		1	2
T0Dia 6	6	9,9333	
T0Dia 3	6	10,0167	
T0Dia 0	6		15,3833
Sig.		,999	1,000

ANOVA de b* del MC1 en los 4 días de evaluación.

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: b

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	23,043 ^a	3	7,681	3,480	,035
Interceptación	2408,007	1	2408,007	1090,830	,000
Días	23,043	3	7,681	3,480	,035
Error	44,150	20	2,208		
Total	2475,200	24			
Total corregido	67,193	23			

HSD Tukey^{a,b} b*

Días	N	Subconjunto	
		1	2
MC1Dia 9	6	9,0167	
MC1Dia 6	6	9,1500	
MC1Dia 3	6	10,5333	
MC1Dia 0	6	11,3667	
Sig.		,056	

ANOVA de b* del MC2 en los 5 días de evaluación.

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: b

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	58,430 ^a	4	14,607	5,257	,003
Interceptación	4332,008	1	4332,008	1558,912	,000
Días	58,430	4	14,608	5,257	,003
Error	69,472	25	2,779		
Total	4459,910	30			
Total corregido	127,902	29			

b*

HSD Tukey^{a,b}

Días	N	Subconjunto	
		1	2
MC2Dia 0	6	10,2500	
MC2Dia 3	6	11,0667	11,0667
MC2Dia 6	6	11,4500	11,4500
MC2Dia 9	6		13,6167
MC2Dia 12	6		13,7000
Sig.		,725	,077

ANOVA de b* del MC3 en los 5 días de evaluación.

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: b

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	62,472 ^a	4	15,618	8,304	,000
Interceptación	4869,228	1	4869,228	2588,913	,000
Días	62,472	4	15,618	8,304	,000
Error	47,020	25	1,881		
Total	4978,720	30			
Total corregido	109,492	29			

b*

HSD Tukey^{a,b}

Días	N	Subconjunto		
		1	2	3
MC3Día 0	6	10,6000		
MC3Día 3	6	11,4167	11,4167	
MC3Día 6	6		13,7167	13,7167
MC3Día 9	6			13,8500
MC3Día 12	6			14,1167
Sig.		,838	,054	,986

Anexo 11e. Análisis estadístico de evaluación sensorial

Cálculo de la prueba no paramétrica de Friedman en el atributo color

Tratamientos	Panelistas																	Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
MC ₁	4	5	5	4	6	4	6	6	4	6	4	4	6	5	5	6	6	5,06
MC ₂	4	5	5	4	6	5	6	6	5	5	4	4	5	5	5	6	5	5,00
MC ₃	4	5	4	4	6	6	6	5	4	5	5	4	7	4	5	6	5	5,00

Tratamientos	Panelistas																	R
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
MC ₁	2	2	2,5	2	2	1	2	2,5	1,5	3	1,5	2	2	2,5	2	2	3	35,5
MC ₂	2	2	2,5	2	2	2	2	2,5	3	1,5	1,5	2	1	2,5	2	2	1,5	34
MC ₃	2	2	1	2	2	3	2	1	1,5	1,5	3	2	3	1	2	2	1,5	32,5

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las distribuciones de MC1, MC2 and MC3 son las mismas.	Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas	,733	Conserve la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Estadísticos de prueba^a

N	17
Chi-cuadrado	,621
gl	2
Sig. asintótica	,733

a. Prueba de Friedman

Tratamientos	Medias	Significancia
MC ₁	5,06	a
MC ₂	5,00	a
MC ₃	5,00	a

Cálculo de la prueba no paramétrica de Friedman en el atributo olor

Tratamientos	Panelistas																	Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
MC ₁	4	4	5	6	4	5	7	7	4	6	5	4	5	5	4	6	5	5,06
MC ₂	5	4	4	5	5	5	6	7	5	5	5	4	4	4	6	5	5	4,94
MC ₃	3	4	4	4	5	6	5	5	4	5	6	4	5	4	6	4	5	4,65

Tratamientos	Panelistas																	R
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
MC ₁	2	2	3	3	1	1,5	3	2,5	1,5	3	1,5	2	2,5	3	1	3	2	37,5
MC ₂	3	2	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5	3	1,5	1,5	2	1	1,5	2,5	2	2	34
MC ₃	1	2	1,5	1	2,5	3	1	1	1,5	1,5	3	2	2,5	1,5	2,5	1	2	30,5

Resumen de contrastes de hipótesis

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1 Las distribuciones de MC ₁ , MC ₂ and MC ₃ son las mismas.	Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas	,345	Conserve la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Estadísticos de prueba^a

N	17
Chi-cuadrado	2,130
gl	2
Sig. asintótica	,345

a. Prueba de Friedman

Tratamientos	Medias	Significancia
MC ₁	5,06	a
MC ₂	4,94	a
MC ₃	4,65	a

Cálculo de la prueba no paramétrica de Friedman en el atributo sabor

Tratamientos	Panelistas																	Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
MC ₁	4	5	4	4	3	3	7	7	5	5	6	4	4	5	7	5	5	4,88
MC ₂	3	4	5	4	4	4	5	5	4	4	5	4	1	3	6	4	3	4,00
MC ₃	3	3	4	4	4	5	6	4	4	6	5	5	4	4	3	3	2	4,06

Tratamientos	Panelistas																	R
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
MC ₁	3	3	1,5	2	1	1	3	3	3	2	3	1,5	2,5	3	3	3	3	41,5
MC ₂	1,5	2	3	2	2,5	2	1	2	1,5	1	1,5	1,5	1	1	2	2	2	29,5
MC ₃	1,5	1	1,5	2	2,5	3	2	1	1,5	3	1,5	3	2,5	2	1	1	1	31

Resumen de contrastes de hipótesis

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1 Las distribuciones de MC ₁ , MC ₂ and MC ₃ son las mismas.	Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas	,050	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Estadísticos de prueba^a

N	17
Chi-cuadrado	6,000
gl	2
Sig. asintótica	,050

a. Prueba de Friedman

Tratamientos	Medias	Significancia
MC ₁	4,88	a
MC ₃	4,06	b
MC ₂	4,00	b

Cálculo de la prueba no paramétrica de Friedman en el atributo textura

Tratamientos	Panelistas																	Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
MC ₁	5	4	4	5	4	3	6	7	5	6	4	5	6	5	4	5	4	4,82
MC ₂	5	4	4	5	5	4	5	6	4	5	7	5	6	4	4	5	4	4,82
MC ₃	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5	4	5	6	3	4	5	4	4,53

Tratamientos	Panelistas																	R
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
MC ₁	2	2	1,5	2,5	1	1	3	3	3	3	1,5	2	2	3	2	2	2	36,5
MC ₂	2	2	1,5	2,5	2,5	2	1,5	2	1,5	1,5	3	2	2	2	2	2	2	34
MC ₃	2	2	3	1	2,5	3	1,5	1	1,5	1,5	1,5	2	2	1	2	2	2	31,5

Resumen de contrastes de hipótesis

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1 Las distribuciones de MC ₁ , MC ₂ and MC ₃ son las mismas.	Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas	,469	Conserve la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Estadísticos de prueba^a

N	17
Chi-cuadrado	1,515
gl	2
Sig. asintótica	,469

a. Prueba de Friedman

Tratamientos	Medias	Significancia
MC ₁	4,82	a
MC ₂	4,82	a
MC ₃	4,53	a