

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**EFEECTO DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO (*Origanum vulgare*)
COMO CONSERVANTE EN LA CARNE DE CUY (*Cavia porcellus*)**

TESIS

Presentada por:

Bach. JUAN CARLOS CONDORI CUTIPA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUNO - PERÚ

2011

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TESIS

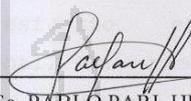
EFFECTO DEL ACEITE ESENCIAL DE OREGANO (*Origanum vulgare*) COMO
CONSERVANTE EN LA CARNE DE CUY (*Cavia porcellus L.*)

PRESENTADO POR: Bach. JUAN CARLOS CONDORI CUTIPA

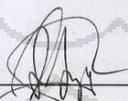
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

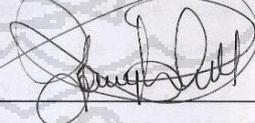
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

PRESIDENTE DE JURADOS : 
Ing. M.Sc. PABLO PARI HUARCAYA

PRIMER MIEMBRO : 
Ing. M.Sc. FLORENTINO V. CHOQUEHUANCA CACERES

SEGUNDO MIEMBRO : 
Ing. M.Sc. ROGER SEGURA PEÑA

DIRECTOR DE TESIS : 
Ing. M.Sc. GENNY ISABEL LUNA MERCADO

Área: Ingeniería y tecnología

Tema: Desarrollo de procesos y productos agroindustriales sostenibles y eficientes

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y por acompañarme en todo momento de dificultad, por permitirme terminar satisfactoriamente mis estudios.

A mi Madre Antonia allí en el cielo, por su fuerza y coraje quien nos llevo adelante a mí y a mis hermanos día tras día, por su lucha incansable en formarnos profesionales con amor y disciplina.

A mi padre Pablo, por su gran esfuerzo en mi formación profesional, a mis hermanos Delia, Alfredo, P. Cesar, Violeta, Sonia P., Luis A. y Yenifer A., quienes están ahí apoyándome en todo momento.

A la Sra. Basilia por los buenos consejos que me brida día a día y por su apoyo incondicional hacia mi persona en los buenos y malos momentos, a Milagros Julieta que me acompaña en esta aventura de la vida, desde un principio hasta el día hoy, sigues dándome ánimo para terminar todas estas etapas en la vida.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi alma mater Universidad Nacional del Altiplano Puno a la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por abrir sus puertas para mi formación profesional.

La presente Tesis es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron varias personas leyendo, opinando, corrigiendo, teniéndome paciencia, dando ánimo, acompañando en los momentos de crisis y en los momentos de tristeza y felicidad.

Agradezco a la Ing. M.Sc. Genny Isabel Luna Mercado por haber confiado en mi persona, por la paciencia y por la dirección de este trabajo. Al Ing. M.Sc. F. Victor Choquehuanca Caceres por los consejos, el apoyo y el ánimo que me brindó. Al Ing. M.Sc. Roger Segura Peña por su paciencia ante mi inconsistencia, y al Ing. M.Sc. Pablo Pari Huarcaya por su atenta lectura y corrección de este trabajo.

Gracias también a mis queridos compañeros, que me apoyaron y me permitieron entrar en su vida durante estos años de convivir dentro y fuera del salón de clase. David, Donald, Chevalier, Daniel, Mohamet y de mas amigos con los que compartí el salón de clases.

Gracias a todos.

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL

INDICE DE CUADROS

INDICE DE FIGURAS

RESUMEN

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. EL ORÉGANO	3
2.1.1. ORIGEN	3
2.1.2. CLASIFICACIÓN TAXONOMICA	4
2.1.3. PRINCIPIOS ACTIVOS DEL ORÉGANO	5
2.1.3.1. ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DEL ORÉGANO	6
2.1.4. ESENCIA DEL ORÉGANO	7
2.1.4.1. CONSERVANTES NATURALES	7
2.1.5. ACEITE ESENCIAL	7
2.1.5.1. COMPOSICIÓN DEL ACEITE ESENCIAL	8
2.1.5.2. APLICACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL	10
2.2. EL CUY...	14
2.2.1. TAXONOMIA	14
2.2.2. POBLACION DE CUYES	14
2.2.3. CARCASA O CANAL	15
2.3. LA CARNE...	16
2.3.1. DEFINICION	16
2.3.2. CAMBIOS POST MORTEN	17
2.3.2.1. TRANSFORMACION DEL MUSCULO EN CARNE	17
2.3.3.1.1. RIGOR MORTIS	17
2.3.3.1.2. GLICOLISIS POST MORTEN	18
2.3.4. pH DE LA CARNE	19
2.3.4.1. pH FINAL	20
2.3.5. EFECTOS DEL ESTRÉS EN LA CALIDAD DE LA CARNE	20
2.3.5.1. PERDIDA DE GLUCOGENO	20
2.3.5.2. MANEJO PREVIO AL SACRIFICIO	21
2.3.6. CARNE PÁLIDA, BLANDA Y EXUDATIVA (PSE)	22
2.3.7. CARNE OSCURA, FIRME Y SECA (DFD)	23

2.3.8.	MICROBIOLOGIA DE LA CARNE	25
2.3.8.1.	MICROFLORA ALTERANTE	26
2.3.8.2.	CAMBIOS MICROBIOLÓGICOS DE LA CARNE	27
2.3.9.	LOS PRINCIPALES GRUPOS MICROBIANOS EN LA CARNE DFD ENVASADA AL VACIO	29
2.3.9.1.	BACTERIAS ACIDO LACTICAS	29
2.3.9.2.	BROCHOTHRIX THERMOSPACTA	30
2.3.9.3.	ENTEROBACTERIAS	30
2.3.9.3.1.	CARACTERÍSTICAS DE LAS ENTEROBACTERIAS ..	31
2.3.10.	DETERIORO DE LAS GRASAS	32
2.3.10.1.	LIPOLISIS DE LAS GRASAS	33
2.3.10.2.	AUTOXIDACION DE LAS GRASAS	34
2.3.10.3.	MECANISMOS DE REACCIÓN DE LA AUTOXIDACION DE LAS GRASAS	35
2.3.10.4.	OXIDACIÓN POR CATÁLISIS DE METALES	37
2.3.10.5.	OXIDACIÓN DE LA CARNE BLANCA	38
2.3.10.6.	EFECTO DE LA ACTIVIDAD DEL AGUA	38
2.4.	ENVASADO A VACIO	39
2.4.1.	DEFINICION	39
2.4.2.	CONSERVACION DE LA CARNE MEDIANTE ENVASADO A VACIO ..	40
2.4.2.1.	MICROORGANISMOS PRESENTES EN EL INTERIOR DE CARNE ENVASADO A VACIO	40
2.4.2.2.	ALTERACION DE LA CARNE ENVASADA A VACIO	42
2.5.	ANTIOXIDANTES	43
2.6.	REFRIGERACION	45
2.6.1.	ALMACENAMIENTO EN REFRIGERACION	46
2.7.	VIDA UTIL DE LOS ALIMENTOS	47
III	MATERIALES Y MÉTODOS	48
3.1.	LUGAR DE EJECUCION	48
3.2.	MATERIAL EXPERIMENTAL	48
3.2.1.	MATERIALES Y EQUIPOS	49
3.2.2.	REACTIVOS QUÍMICOS	49
3.2.3.	MATERIALES DE LABORATORIO	49
3.2.4.	EQUIPOS DE LABORATIO Y MATERIALES PARA EL PROCESO ...	49
3.3.	METODOLOGIA	50
3.4.	METODOLOGIA EXPERIMENTAL	51
3.5.	DIAGRAMA DE FLUJO	52



3.6.	METODOLOGIA EXPERIMENTAL	52
3.7.	VARIABLES DE ESTUDIO Y RESPUESTA	58
3.8.	METODOS DE ANALISIS	59
3.9.	ANALISI ESTADISTICO	62
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	66
V.	CONCLUSIONES	100
VI.	RECOMENDACIONES	101
VII.	BIBLIOGRAFÍA	102
VII.	ANEXOS..	103



INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1. Composición del aceite esencial de orégano	9
Cuadro N° 2. Composición química nutricional de la carne de cuy (100g.)	15
Cuadro N° 3. Principales bacterias lácticas asociadas a la carne envasada al vacío y almacenada a bajas temperaturas	41
Cuadro N° 4. Valores promedio del recuento de coliformes totales ufc/g.	67
Cuadro N° 5. ANVA para el efecto del aceite de orégano en la conservación de la carne de cuy envasado a vacío respecto a la proliferación de microorganismos coliformes totales	69
Cuadro N° 6. Prueba de Duncan para el efecto de las concentraciones de aceite de orégano en la conservación de la carne de cuy envasado a vacío respecto a la proliferación de microorganismos coliformes totales	70
Cuadro N° 7. Prueba de Duncan para el efecto del tiempo en la conservación de la carne de cuy envasado a vacío respecto a la proliferación de microorganismos coliformes totales	71
Cuadro N° 8. Promedio del efecto del aceite de orégano en la conservación de la carne de cuy envasado a vacío respecto al recuento de aerobios mesófilos viables ufc/g	75
Cuadro N° 9. ANVA para el efecto del aceite de orégano en la conservación de la carne de cuy envasado a vacío respecto a la proliferación de microorganismos Aerobios mesófilos	78
Cuadro N° 10. Prueba de Duncan para el efecto de las concentraciones de aceite de orégano en la conservación de la carne de cuy envasado a vacío respecto a la proliferación de microorganismos aerobios mesófilos viables	79
Cuadro N° 11. Prueba de Duncan para el efecto del tiempo en la conservación de la carne de cuy envasado a vacío respecto a la proliferación de microorganismos aerobios mesófilos viables	80

Cuadro N°12. Promedio del efecto del aceite de orégano en la conservación de la carne de cuy envasado a vacío respecto a la variación de pH.....	83
Cuadro N°13. ANVA para el efecto del aceite de orégano en la conservación de la carne de cuy envasado a vacío respecto a la variación de pH.....	84
Cuadro N°14. Prueba de Duncan para el efecto de las concentraciones de aceite de orégano en la conservación de la carne de cuy envasado a vacío respecto a la variación de pH.....	85
Cuadro N°15. Prueba de Duncan para el efecto del tiempo en la conservación de la carne de cuy envasado a vacío respecto a la variación de pH.....	87
Cuadro N°16. Promedio del efecto del aceite de orégano en la conservación de la carne de cuy envasado a vacío respecto a la variación de índice de peróxidos meq/kg de grasa.....	88
Cuadro N°17. ANVA para el efecto del aceite de orégano en la conservación de la carne de cuy envasado a vacío respecto a la variación de índice de peróxidos. meq /kg de grasa.....	90
Cuadro N°18. Prueba de Duncan para el efecto de las concentraciones de aceite de orégano en la conservación de la carne de cuy envasado a vacío respecto a la variación de índice de peróxidos....	91
Cuadro N°19. Prueba de Duncan para el efecto del tiempo en la conservación de la carne de cuy envasado a vacío respecto a la variación de índice de peróxidos....	93
Cuadro N°20. Promedio del efecto del aceite de orégano en la conservación de la carne de cuy envasado a vacío respecto al recuento de coliformes totales ufc/gg.	95
Cuadro N°21. ANVA para el efecto del aceite de orégano en la conservación de la carne de cuy envasado a vacío respecto a la proliferación de microorganismos coliformes totales.....	96
Cuadro N°22. Prueba de Duncan para el efecto de las concentraciones de aceite de orégano en la conservación de la carne de cuy envasado a vacío respecto a la proliferación de microorganismos coliformes totales.....	97
Cuadro N°23. Prueba de Duncan para el efecto del tiempo en la conservación de la carne de cuy envasado a vacío respecto a la proliferación de microorganismos coliformes totales.....	99

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Composición del aceite esencial de orégano	4
Tabla N° 2. Valores promedios de acidos grasos en grasa de ave, cerdo, bovino y cuy.....	16
Tabla N° 3. Disminución del pH en la carne luego de la faena (postmortem) como indicador de la calidad de la misma	24
Tabla N° 4. Efecto de la disponibilidad de oxígeno y del pH sobre el crecimiento de las bacterias más importantes en la alteración de la carne	24
Tabla N° 5. Temperaturas mínimas y máximas de desarrollo microbiano	28
Tabla N° 6. Temperatura a la cual proliferan los microorganismos	28
Tabla N° 7. Diseño factorial (4x2x3)	62
Tabla N° 8. Diseño factorial (2x7x3)	64



INDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pag.
Fig. N°1. Estructura química de los principales componentes en orégano	6
Fig. N°2. Estructura química del carvacrol	11
Fig. N°3. Estructura química del timol	13
Fig. N°4. Periodos de oxidación de grasas	35
Fig. N°5. Extracción de aceite esencial de orégano50
Fig. N°6. Obtención de carne de cuy sellado a vacío conservado con aceite esencial de orégano	51
Fig. N°6.1. Obtención de carne de cuy sellado a vacío conservado con aceite esencial de orégano. (etapa 2)54
Fig. N°7. Proliferación de coliformes, a distintas concentraciones de aceite de orégano, en la carne de cuy a 24 y 48 horas de almacenamiento y 30°C...	73
Fig. N°8. Tendencia de crecimiento de coliformes totales	73
Fig. N°9. Proliferación de aerobios mesófilos viables, a distintas concentraciones de aceite de orégano, en la carne de cuy a 24 y 48 horas de almacenamiento	81
Fig. N°10. Tendencia de crecimiento de aerobios mesófilos	81
Fig. N°11. Variación de los datos de pH, con y sin concentración de aceite de orégano. en la carne de cuy	86
Fig. N°12. Tendencia de variación de pH	86
Fig. N°13. Variación de los datos de IP, con y sin concentración de aceite de orégano. en la carne de cuy	93
Fig. N°14. Variación de los datos de la proliferación de coliformes totales, con y sin concentración de aceite de orégano en la carne de cuy.	98

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado: efectos del uso de aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) como conservante en la carne de cuy (*Cavia porcellus L.*) envasada al vacío, se ejecutó en la Provincia y Región Puno en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano, durante los meses de Agosto a Noviembre del 2010. El estudio consistió en conservar la carne de cuy con la adición de aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) con cuatro concentraciones distintas; 0, 0.11, 0.22 y 0.33 % de aceite esencial almacenados a 30°C en un incubador por 24 y 48 horas. Se determinó la capacidad de conservación de la carne de cuy influenciado por el aceite esencial de orégano ante el crecimiento de Coliformes totales y Aerobios mesófilos viables, determinándose que la adición de aceite esencial de orégano como conservante en concentración del 0.33% es el que dio mejores resultados, por exponer mejor sus componentes antimicrobianos atribuidos a los fenoles timol y carvacrol.

Para la determinación del tiempo de vida útil de la carne de cuy, se conservó las muestras de carne con concentración de 0.33 % de aceite de orégano y muestras sin concentración de aceite de orégano, almacenadas a 5°C durante 0, 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días. Durante cada uno de estos días de almacenamiento se realizó análisis de variación de pH, variación de Índice de peróxidos y recuento de Coliformes totales, obteniendo que La adición de aceite esencial de orégano como conservante en concentración del 0.33% con respecto a la

solución, en la carne de cuy sellado a vacío, con respecto a la variación de pH, variación de índice de peróxidos y proliferación de Coliformes totales, prolonga el tiempo de vida útil, por un tiempo de 28 días, aptos para el consumo humano.



I. INTRODUCCIÓN

La vida útil de los productos de carne fresca es relativamente corta y prolongar esta vida útil se ha convertido en una necesidad. El problema latente que sufre la carne de cuy durante su almacenamiento y conservación, es la descomposición debido al ataque microbiano, seguido por la degradación química por el alto contenido de proteínas, la oxidación de las grasas causada por el oxígeno atmosférico, lo que produce rancidez y olor desagradable a la carne de cuy, atribuyéndole al producto, características indeseables de calidad. La conservación de los productos alimenticios sigue siendo hoy en día de vital importancia. La carne es un alimento muy perecible y como tal, dada su composición química exige para su conservación condiciones adecuadas, que le permitan ampliar su durabilidad (Varnan y Sutherland, 1998).

En los últimos años la comercialización y consumo de carne de cuy (*Cavia porcellus L.*), tiene una gran aceptación y demanda en nuestro país y el exterior. La producción de cuyes en el año 2006 supera 25 millones de cabezas y una producción estimada de 17.3 toneladas de carne de cuy en ese año (INIA, 2007). Puesto que representa gran potencial y fuente importante de ingresos económicos para los productores de este animal, por su alto valor nutricional en contenido de proteínas y escaso nivel en colesterol hacen que la carne de cuy sea muy apreciada para el consumo humano local y extranjero. Los consumidores demandan productos cada vez más naturales, sin conservantes químicos artificiales, seguros y de calidad. Por este motivo se investigan nuevos métodos de conservación que se puedan

aplicar a los productos alimenticios mínimamente procesados, normalmente muy perecederos, para que aumenten su vida útil y mantengan su seguridad sin la necesidad de utilizar conservantes sintéticos, Una tendencia en investigación muy en alza en los últimos años es la utilización de aceites esenciales y otros extractos de plantas aromáticas. Estos compuestos han demostrado tener propiedades antimicrobianas y antioxidantes por lo que se presentan como una alternativa potencial a los clásicos conservantes químicos sintéticos. Por lo que se trazó los siguientes objetivos:

- Determinar la concentración de aceite esencial de orégano que permita conservar las características microbiológicas, de la carne de cuy envasado al vacío y almacenada en refrigeración.
- Determinar el tiempo de vida útil de la carne de cuy sometida a inmersión en aceite esencial de orégano, sellado al vacío y almacenado en refrigeración.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. EL ORÉGANO (*Origanum vulgare L.*)

Es una hierba perenne aromática del género *Origanum*, muy utilizada en la cocina mediterránea. la planta forma un pequeño arbusto achaparrado de unos 45 cm de alto, los tallos, que a menudo adquieren una tonalidad rojiza, se ramifican en la parte superior y tienden a deshojarse en las partes más inferiores; las hojas salen opuestas, ovales y anchas de entre 2-5 cm, con bordes enteros o ligeramente dentados y con vellosidad en el envés; las diminutas flores de color blanco o rosa, que nacen en apretadas inflorescencias terminales muy ramificadas están protegidas por diminutas hojillas de color rojizo (Collura y Storti, 1971)

Se trata de una planta fuertemente olorosa y de gran sabor. Las hojas de esta planta son las que se utilizan como condimento tanto secas como frescas, aunque las secas poseen mucho más sabor y aroma. Se cultiva por su demanda en el sector farmacéutico de los licores y cosméticos, además de la industria alimentaria, conservera y semillero. Su uso práctico en cocina es el de aromatizante por excelencia de los platos (Muñoz, 1996).

2.1.1. ORIGEN

Varias especies del género *Origanum* son nativas de la zona mediterránea y todas ellas son tratadas como especia. La influencia del clima, la estación y el suelo afectan en mayor medida la composición del aceite esencial (Muñoz, 1996 y Collura y Storti, 1971).

2.1.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.

La clasificación taxonómica es: (Muñoz, 1996 y Collura y Storti, 1971)

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Lamiales

Familia: Lamiaceae

Género: *Origanum*

Especie: *O. vulgare*

Nombre binomial: *Origanum vulgare*

Nombre común: Orégano

2.1.2.1. PRODUCCIÓN DE OREGANO

La producción del orégano en el Perú se incrementa año tras año debido a su demanda por otros países siendo el productor con más hectáreas cosechadas es la Región Tacna con una producción de 4589 toneladas el 2006, seguida por la Región de Arequipa con una producción de 758 toneladas el 2006. Obteniendo una producción de orégano a nivel Nacional de 6402 toneladas. En la tabla 1 se presenta la producción de orégano a nivel nacional.

TABLA 1. PRODUCCIÓN DE OREGANO PERUANO (base húmeda) 2000-2006

Año	Producción Tacna		Producción Nacional		
	Hectáreas cosechadas	Producción (toneladas)	Hectáreas Cosechadas	Producción (toneladas)	Rendimiento (kg/ha)
2000	943	3 306	1 344	4 374	3 254
2001	1 011	3 964	1 666	5 666	3 402
2002	1 078	4 222	1 432	5 342	3 731
2003	1 074	4 136	1 347	5 063	3 758
2004	1 067	4 206	1 350	5 191	3 846
2005	1 091	4 560	1 560	5 903	3 785
2006	1 093	4 589	1 827	6 402	3 504

Fuente: Minag. 2007

2.1.3. PRINCIPIOS ACTIVOS DEL OREGANO

Los principios activos del orégano se encuentran en la esencia, ese líquido amarillo que se puede observar, en el interior de las flores y que también se localiza en las hojas. Se compone principalmente de aceites esenciales, resina y algún tanino, este último también abunda en los tallos (de ahí su sabor amargo) (Muñoz, 1996).

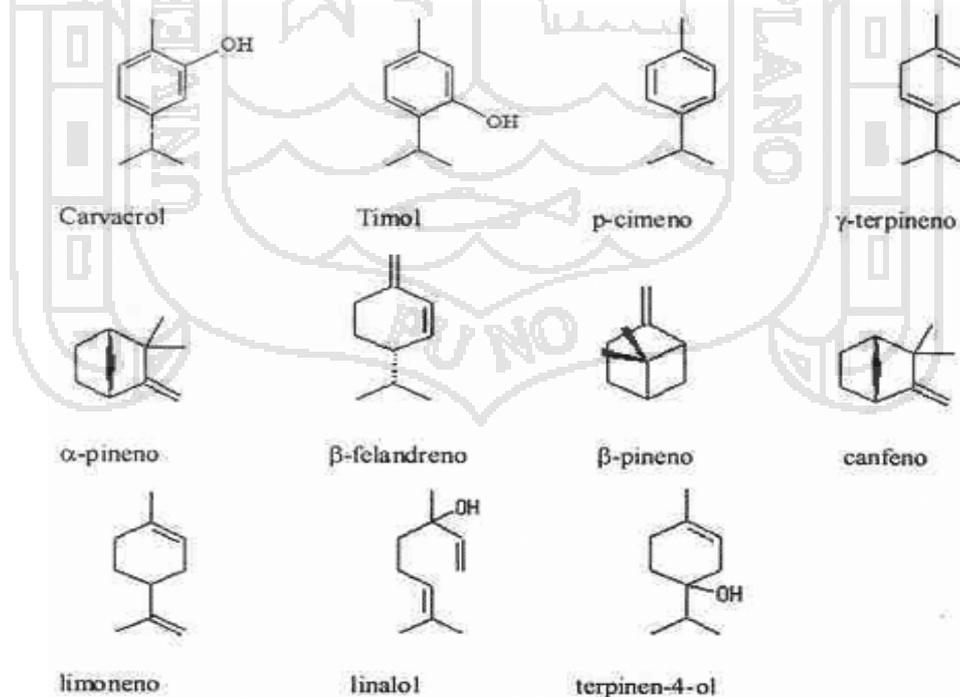
La planta contiene ácidos fenólicos, cafeico, clorogénico, flavonoides derivados del apigenol, del luteolol, del diosmetol, ácido ursólico, sustancias tánicas y elementos minerales. El aceite esencial de composición variable según las subespecies y según la zona donde se cultive, está constituido fundamentalmente por carvacrol y timol, contiene también pineno, sexquiterpenos, etc. En la actualidad existe una gran demanda de los compuestos minerales y esenciales del orégano debido a sus conocidas propiedades antioxidantes, asociadas al carvacrol y el timol, fungicidas y bactericidas (Collura y Storti, 1971).

El orégano (*Origanum vulgare*) constituye un antioxidante natural excelente para la conservación de alimentos envasados. Tienen un elevado contenido de polifenoles de origen natural encargados de cumplir dicha función (para la captación de radicales libres) Además, tienen funciones antimicrobianas, es decir inhiben el crecimiento de bacterias (Collura y Storti, 1971).

2.1.3.1. ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL ORÉGANO

En el campo de la endodoncia, la constante búsqueda de nuevas sustancias antibacterianas con máxima efectividad y mínima toxicidad para desinfectar, ha despertado la atención en el uso de sustancias naturales como el orégano, la evaluación in vitro de la actividad antibacteriana del aceite de *Origanum vulgare* (Orégano) comparado al hipoclorito de sodio al 1%, frente a bacterias : *Streptococcus mutans*, *Streptococcus oralis*, *Streptococcus intermedius*, *Lactobacillus casei*, *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus*. El aceite de Orégano tuvo la mejor actividad antibacteriana comparada al hipoclorito de sodio, siendo similar al aceite de orégano al 2% (Gonzales, 2006). En la figura 1 se observa la estructura química de los componentes del orégano.

FIGURA 1. ESTRUCTURA QUÍMICA DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES del ORÉGANO



Fuente: Gonzales 2006

2.1.4. ESENCIA DEL OREGANO

Se obtiene por destilación con vapor de agua de las plantas desecadas, cortadas en el momento de la floración, tiene un rendimiento de 0.5 a 1 % de esencia sobre producto seco (Collura y Storti, 1971).

2.1.4.1. CONSERVANTES NATURALES

Se le denomina conservantes naturales a los componentes naturales de los alimentos que poseen actividad antimicrobiana tales como los aceites esenciales de las plantas (Adams y Moss, 1997).

Un conservante se refiere a toda sustancia que es capaz de inhibir, retardar o cesar el proceso de deterioro o alteración de un alimento. Pueden ser químicos o naturales; entre los naturales se tiene a las esencias de de las plantas (Lawrie, 1998).

Los conservantes son moléculas que poseen un poder bactericida, puesto que desarrollan una acción inhibidora, tanto por su composición química como por los mecanismos de actuación; se encuentran en estado natural en las esencias de los vegetales (Caps y Abril, 1999).

2.1.5. ACEITE ESENCIAL

Son sustancias odoríferas presentes en prácticamente todos los vegetales y hiervas; son muy numerosas y ampliamente distribuidas en partes distintas de la planta; raíces, hojas, tallos, flores y frutos.

Los aceites esenciales son mezclas de varias sustancias orgánicas volátiles y algunos materiales cerosos no volátiles. El término aceite no se refiere a su característica química. Si no que implica que estas sustancias son insolubles en agua pero solubles en solventes no polares (Cheftel y Cheftel 1992).

Los aceites esenciales son las fracciones líquidas volátiles que contienen las sustancias responsables del aroma de las plantas. Generalmente son mezclas complejas de varios componentes; son sustancias odoríferas presentes en casi todos los vegetales, son líquidos aromáticos aceitosos que se obtienen de diferentes partes de las plantas como flores, brotes, semillas, hojas, corteza, hierbas, madera, frutos, raíces, etc. Son volátiles, solubles en lípidos y disolventes orgánicos y generalmente de menor densidad que el agua. Los aceites esenciales se han utilizado extensamente desde la edad media en aplicaciones como bactericidas, fungicidas, antiparasitarios, insecticidas, medicinales (Look de Ugaz, 1994).

Químicamente, la mayor parte de los aceites esenciales consiste en terpenoides y sus derivados; los terpenoides son hidrocarburos isoprenoides naturales (terpenos) y sus derivados oxigenados (Cheftel y Cheftel 1992).

2.1.6.1. COMPOSICIÓN DEL ACEITE ESENCIAL.

Los aceites esenciales son mezclas naturales muy complejas que pueden contener sobre 20-60 componentes en concentraciones muy diferentes. Se caracterizan por dos o tres componentes mayoritarios en concentraciones

bastante altas (20-70%) comparadas con otros componentes presentes en cantidades traza. Los componentes mayoritarios pueden constituir más del 85% del aceite esencial y son generalmente los que determinan las propiedades biológicas (García, 1988). En el cuadro 1 se presenta la composición del aceite esencial de orégano.

CUADRO 1. COMPOSICIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE OREGANO (*Origanum vulgare*) DE ACUERDO A CROMATOGRAMA DE GAS CON DETECTOR DE MASA (base seca)

COMPUESTO	%
Felandreno OS	1.75
p-cymenecoccus aureus	6.86
Hidrato de trans-sabineno	3.53
Linalol	1.47
Hidrato de Sabineno Cis	18.66
4-terpineol	7.43
Terpineol	2.76
Acetato de Linalilo	7.4
Timol	5.59
Carvacrol	10.90
Trans-cariofileno	2.76
Spathulenol	2.26
óxido de cariofileno	2.21
ácido palmítico	8.36
Ácido 9,12-octadecadienoico	6.29
9,12,15. octadecatrienal	5.08
2-metil-hexanal	1.74
2-dodecanona	2.52
1,3,3-trimetil-2-3-metil-2-metileno	2.40

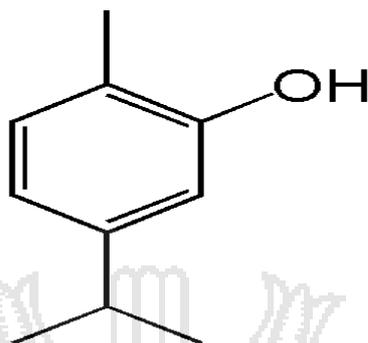
Fuente: Morales, 1995

2.1.6.2. APLICACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL

Los aceites esenciales se pueden incorporar en el material de envasado (envase activo) o mediante un recubrimiento, de tal forma los compuestos antimicrobianos estarán en contacto con la superficie de los alimentos, que es donde ocurre principalmente la contaminación microbiana debida a la manipulación después del procesado, reduciendo de esta manera la interferencia de los constituyentes del alimento. Los productos con mayor potencial para la aplicación de filmes y recubrimientos antimicrobianos incluyen la carne, pescado, aves, pan, queso, frutas, verduras y bebidas. En el caso de las verduras y frutas, se pueden aplicar los aceites esenciales y otros extractos en disoluciones de lavado. Estos envases antimicrobianos alargan el periodo de latencia y reducen la velocidad de crecimiento microbiano, pudiendo inhibir completamente el crecimiento de patógenos, o en ciertos casos podrían provocar la muerte de los microorganismos, prolongando así la vida útil y manteniendo la seguridad alimentaria, Además si se consiguiera que estos aceites esenciales se liberaran de forma controlada se podría conseguir que la actividad antimicrobiana de estos compuestos se mantuviese a lo largo de periodos y tiempos largo (Iturriaga, 2008).

2.1.7. CARVACROL

Carvacrol, o cymophenol, $C_6H_3CH_3(OH)(C_3H_7)$, es un monoterpeno fenol. Tiene un olor acre característico, cálido olor de orégano (Ultee et al., 2000). En la figura 1.1 se observa la estructura química del carvacrol.

FIG 1.1. ESTRUCTURA QUÍMICA DEL CARVACROL

Fuente: Ultee et al., 2000

2.1.7.1. PROPIEDADES FISICO QUIMICOS

Moleculares fórmula: $C_{10}H_{14}O$

Masa molar: 150,217 g/mol

Densidad: 0,9772 g/cm³ a 20 °C

Punto de fusión: 1 °C, 274 K, 34 °F

Punto de ebullición: 237,7 °C, 511 K, 460 °F

Solubilidad en el agua: Ligeramente soluble

Solubilidad: Soluble en etanol, éter dietílico, tetracloruro de carbono y acetona.

2.1.7.2. PRESENCIA NATURAL

El carvacrol está presente en el aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*), aceite de tomillo, salvajes y bergamota. El aceite esencial de tomillo subespecie contiene entre 5% y el 75% de carvacrol. Las especies *Origanum* son ricos en carvacrol, 50% y 60-80 % (Ultee et al., 2000).

2.1.7.3. PROPIEDADES BIOLÓGICAS Y USO

El carvacrol inhibe el crecimiento de varias cepas de bacterias, por ej. *Escherichia coli* y *Bacillus cereus*. Su baja toxicidad junto con su agradable sabor y olor sugiere su uso como aditivo alimentario para prevenir la contaminación bacteriana. En *Pseudomonas aeruginosa* provoca daños a la membrana celular de las bacterias y, a diferencia de otros terpenos, inhibe la proliferación de este germen (Ultee et al., 2000).

2.1.8. TIMOL

El timol (2-isopropil-5-metilfenol) es una sustancia cristalina incolora con un olor característico que está presente en la naturaleza en los aceites esenciales del orégano. El timol pertenece al grupo de los terpenos, un isómero del timol es el carvacrol (Ultee et al., 2000).

2.1.8.1. PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS

Las propiedades fisicoquímicas del timol son:

Fórmula: $C_{10}H_{14}O$

Masa molecular: 150,22 g/mol

Punto de fusión: 49 - 51 °C

Punto de ebullición: 232 °C

Punto de inflamación: 107 °C

Presión de vapor: 2,5 hPa a 25 °C

Densidad: 0,97 g/ml (20 °C); 0,93 g/l (70 °C)

Solubilidad: 0,98 g/l en agua a 25 °C; 1.000 g/l etanol;
1.428 g/l cloroformo

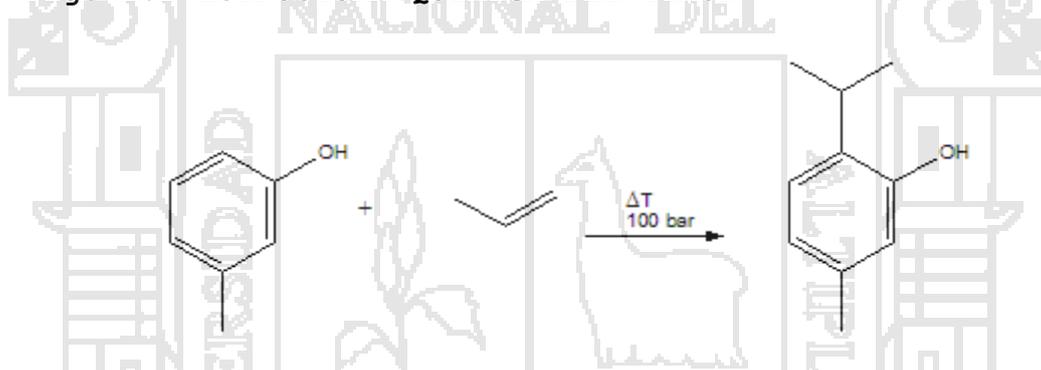
2.1.8.2. HISTORIA

Hay constancia de que los antiguos egipcios utilizaron ya el tomillo y con ello el timol en la conservación de sus momias debido a sus propiedades bactericidas. Como sustancia fue descubierto en 1719 por Caspar Neumann. En otros tiempos fue utilizado para el tratamiento de la anquilostomiasis (Ultee et al., 2000).

2.1.8.3. SÍNTESIS

El timol se obtiene por adición de m-cresol a propeno. En la Fig.1.2 se observa la estructura química del timol.

Fig. 1.2 ESTRUCTURA QUIMICA DEL TIMOL



Fuente: Ultee et al., 2000

2.1.8.4. REACCIONES

Como los fenoles en general el timol se disuelve en bases formando la sal correspondiente. La hidrogenación de timol da la mezcla racémica de (+/-) mentol.

2.1.8.5. APLICACIONES

El timol se caracteriza por su poder desinfectante y fungicida. Por su sabor agradable está presente en la formulación de diversos enjuagues bucales, pastas de dientes etc. Una disolución de 5 % timol en etanol se utiliza para la desinfección dermal y contra infecciones con hongos (Ultee et al., 2000)

2.2. EL CUY (*Cavia porcellus* L.)

2.2.1. TAXONOMIA:

El cuy está dentro de la siguiente clasificación zoológica (Moreno, 1989):

- Reino: Animal
- Sub - reino: Metazoarios
- Tipo: Vertebrados
- Clase: Mamíferos
- Sub - Clase: Placentarios
- Orden: Roedores
- Sub - orden: Hystricomorpha
- Familia: Caviidae
- Género: *Cavia*
- Especie: *Cavia porcellus* Linnacus

2.2.2. POBLACIÓN DE CUYES

La población de cuyes (*Cavia porcellus*) en Latinoamérica se estima en 35 millones. El Perú es el primer productor mundial con 22 millones de animales que se crían generalmente en zonas pobres; producen 17 000 toneladas de carne al año, destinados principalmente al autoconsumo, y su crianza es una actividad complementaria a la agrícola, manejada en forma tradicional en sistemas familiares que contribuyen a la seguridad alimentaria de los pobladores rurales pobres y en extrema pobreza (INIA, 2004).

Además, por su bajo costo de producción, elevado precio de venta y demanda en el mercado, los cuyes contribuyen a la generación de microempresas familiares. En los últimos años, en la ciudad de Lima, el kilogramo de carne de cuy ha llegado a costar tres veces más que el

de carne de pollo e igual al mejor corte de carne de vacuno, debido a la demanda creciente de población migrante de la sierra. Para mejorar la comercialización se requiere uniformizar las carcasas, mejorar la forma de presentación, y realizar campañas de difusión del consumo de sus platos tradicional (INIA, 2004).

2.2.3. CARCASA O CANAL.

Cuerpo del animal después de haber sido faenado en el caso de los cuyes con piel y con y sin menudencias (Indecopi, 2006). En el cuadro 2 se presenta la composición nutricional de la carne de cuy.

CUADRO 2. COMPOSICIÓN QUÍMICA NUTRICIONAL DE LA CARNE DE CUY FRESCA (100g.)

Composición		cantidad
Energía	Kcal	96
Agua	g	78.1
Proteína	g	19.0
Grasa	g	1.6
Carbohidrato	g	---
Fibra	g	---
Ceniza	g	1.2
Calcio	mg	2.9
Fosforo	mg	2.58
Hierro	mg	1.9
Retinol	mg	---
Tiamina	mg	0.06
Riboflavina	mg	0.14
Niacina	mg	6.5

Fuente: INIA, 2010

2.3. CARNE

2.3.1. DEFINICIÓN

La carne, es el tejido muscular esquelético proveniente de animales vivos, está acompañada por porciones de hueso, tendón, nervio y vasos sanguíneos que normalmente están asociados al tejido muscular y que no son separados en el proceso de destace, las proteínas musculares miosina y actina, junto a las del tejido conjuntivo (conectivo), constituyen los componentes estructurales más importantes de las carnes. Por lo general están acompañadas de cantidades variables de grasa (Téllez, 1992).

Parte de la canal o carcasa formado por el tejido blando que rodea a la estructura, músculos, tejido conectivo (tendones y miofibrillas), vasos y nervios (Indecopi, 2006). En la tabla 2 se presenta los valores promedios de los ácidos grasos de las carnes.

TABLA 2. VALORES PROMEDIOS DE ACIDOS GRASOS EN GRASA DE AVE, CERDO, BOVINO y CUY

Ácidos grasos	Grasa animal			
	ave	cerdo	bovino	cuy
Saturados				
Mirístico	---	---	2.52	1.4
Palmítico	22.94	24.08	26.37	22.4
Palmitoleico	8.87	5.85	3.42	---
Esteárico	5.84	10.36	26.30	14.9
Insaturados				
Oleico	41.68	45.77	39.78	24.7
Linoleico	20.07	13.95	2.46	36.6
Linolenico	1.31	---	---	---
Total Saturados	28.78	34.44	55.19	35.7
Total Insaturados	71.93	65.57	45.66	61.3

Fuente: Benites y Rangil 1997 y INIA, 2010

2.3.3. CAMBIOS POST MORTEM.

Inmediatamente después de la muerte, el músculo se encuentra en reposo, manteniendo el consiguiente estado de tensión (Tono muscular). En este estado pueden aparecer en los músculos contracciones espontáneas, pero que normalmente se limitan a pequeñas porciones del músculo. Los procesos bioquímicos del músculo tras el sacrificio están marcados por el proceso de degradación y resíntesis del ATP (Adenosin Trifosfato) y de esta forma compensa el gasto del mismo. Principalmente se pueden destacar dos cambios importantes en la transformación de los músculos en carne (Téllez, 1992).

2.3.3.1. TRANSFORMACIÓN DEL MÚSCULO EN CARNE

2.3.3.1.1. RIGOR MORTIS.

El sacrificio del animal interrumpe, de inmediato, el aporte de oxígeno y detiene la ruta aeróbica de producción de ATP, las reservas de fosfocreatina se agotan rápidamente, la fuente de ATP que sigue funcionando es la constituida por la ruta anaeróbica. La glicólisis en estas condiciones, la conversión de glucógeno o glucosa en ácido láctico, con producción de ATP, es autolimitante ya que el acúmulo de ácido láctico conduce a un descenso del pH que inhibe a las enzimas participantes de la glicólisis. El rápido agotamiento del ATP está también relacionado con el fallo del sistema regulador que controla la concentración de Calcio. La elevada concentración de Calcio que esto genera en el sarcoplasma induce la contracción de las fibras musculares y el consumo de ATP. Como no queda ATP para disociar el complejo actina-miosina, el músculo

pierde su extensibilidad natural, a este fenómeno post mortem se le conoce como rigor-mortis (Wong, 1995).

El rigor mortis o rigidez cadavérica es la contracción severa de los músculos de los animales sacrificados. La rigidez se presenta cuando el nivel de ATP es menor de 1 $\mu\text{g/g}$ de tejido y como consecuencia de esto se pierde el agua de los espacios entre las miofibras y la carne se vuelve dura y seca (Badui, 1997).

La rigidez observada en el rigor mortis se debe a la formación de enlaces cruzados permanentes entre los filamentos de actina y de miosina del músculo. Es la misma reacción química que forma actina-miosina en vida durante la contracción muscular. La diferencia entre el estado vivo y el rigor es que en el último la relajación es imposible, ya que no se dispone de energía para separar la actina-miosina (Forrest et al., 1979).

2.3.3.1.2. GLICÓLISIS POST MORTEN

A partir de la muerte del animal, inicia los procesos metabólicos en el músculo que alteran su naturaleza in vivo. Cuando la circulación cesa, los músculos ya no pueden obtener energía por la respiración ya que la actividad mitocondrial cesa con la depleción del oxígeno interno (Varnam y Sutherland, 1998).

La actividad glicolítica finalmente cesa bien debido a la desaparición de las reservas de glucógeno o con más frecuencia debido al descenso del pH que acompaña a la glicólisis desde aproximadamente 7.2 hasta 5.5, las enzimas responsables de la glicólisis se desnaturalizan progresivamente a medida que el pH se aproxima a 5.5 y

al punto izoeléctrico de las proteínas. Los músculos rojos adaptados para desarrollar actividades lentas y prolongadas, tienen un nivel mucho más alto de enzimas respiratorias que los músculos blancos que estando adaptados a una actividad rápida intermitente, tienen los prerequisites para un eficiente metabolismo anaerobio (Varnam y Sutherland, 1998).

2.3.4. PH DE LA CARNE.

El termino del valor pH procede del latín pondus hydrogenii que quiere decir peso del hidrogeno. El valor del pH tiene valor importante en la industria, en la medicina y el sector de alimentos, se mide sobre todo en soluciones acuosas, extractos pero también en productos de consistencia sólida (Gallo, 1997).

El valor pH se determina por medio de indicadores o con aparatos de medición digital. Según la definición química el pH es el logaritmo negativo en base diez de la actividad molar de los iones de hidrogeno (Gallo, 1997).

El agotamiento del glucógeno muscular es atribuido a situaciones de estrés. Los animales que son transportados al matadero sufren especialmente trauma y miedos durante la carga, descarga y transporte, y son estresados además por las luchas de jerarquía entre ellos. Bajo estas condiciones las reservas de glucógeno que se han visto reducidas tardan un cierto tiempo para volver a regenerarse (Paleari et al., 1995).

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).

2.3.4.1. PH FINAL

El pH finalmente alcanzado se denomina pH final, valor que tiene una gran influencia en la calidad textural de la carne, la capacidad de retención de agua, la resistencia al desarrollo microbiano y el color. Si con anterioridad al sacrificio el animal se ve sometido a estrés o a ejercicio intenso el contenido en glucogeno desciende sustancialmente resultando un pH final elevado, puesto que no existe sustrato para que la glicólisis se prolongue (Fennema, 1993).

2.3.5. EFECTOS DEL ESTRÉS EN LA CALIDAD DE LA CARNE.

2.3.5.1. PERDIDA DE GLUCOGENO

El estrés es la acción de estímulos nerviosos y emocionales provocados por el ambiente de un animal sobre los sistemas nerviosos, circulatorio, endocrino, respiratorio y digestivo". Dentro de las situaciones de estrés más importantes está el transporte demasiado prolongado o en malas condiciones hasta las plantas faenadoras, esfuerzos físicos desacostumbrados, ajetreo y excitación antes y durante el proceso de faenamiento, ayunos prolongados, genética, mezcla de animales de diferentes sexos y procedencias (Gallo, 1991).

El estrés antes del sacrificio es uno de los factores principales en la depleción de las reservas de glucogeno y por lo tanto el elevado pH final (Varnam y Sutherland, 1998).

El origen de la carne tanto PSE (CARNE PÁLIDA, BLANDA Y EXUDATIVA) como DFD (CARNE OSCURA, FIRME Y SECA), es atribuido a la misma causa genética, vale decir elevada susceptibilidad al estrés, debido a un aumento en la secreción de adrenalina. La diferencia radica en que en la musculatura de la carne PSE se encuentra suficiente glucógeno disponible mientras que en la carne DFD este glucógeno ha sido agotado en gran medida (Wirth, 1987).

El buen manejo del ganado, es decir en forma eficiente, experta y calmada utilizando las técnicas e instalaciones recomendadas y tomando medidas para evitar el dolor y las lesiones accidentales, reducirá el estrés en los animales y se evitarán así deficiencias en la calidad de las carnes (Lawrie, 1998).

Los animales expuestos a la diversidad de factores productores de estrés tales como la excitación emocional de animales nerviosos, el frío, la fatiga, etc., reaccionaban mediante una descarga de las glándulas adrenales independientemente de la naturaleza del estrés como la adrenalina (Lawrie, 1998).

2.3.5.2. MANEJO PREVIO AL SACRIFICIO.

El manejo previo antes del sacrificio de animales y aves tiene un profundo efecto sobre la calidad y por lo tanto sobre el valor de la carne. Hay animales que son más sensibles y nerviosos que se estresan muy rápido (Varnam y Sutherland, 1998).

2.3.6. CARNE PÁLIDA, BLANDA Y EXUDATIVA (PSE)

Los músculos en las carnes PSE se caracterizan por ser blandos, de color entre rosado claro y gris amarillento. La condición PSE en los cerdos es causada por un estrés severo, inmediatamente antes de su sacrificio durante la descarga, el manejo, al encerrarlos en los corrales o al inmovilizarlos y aturdirlos, en estas circunstancias, los animales están sujetos a una fuerte ansiedad y miedo por el manejo que le proporciona el hombre, por las peleas en los corrales o por las malas técnicas de aturdimiento (FAO, 2001).

Todo esto trae como resultado una serie de procesos bioquímicos en el músculo, en especial, la rápida degradación del glucógeno. La carne se vuelve muy pálida y adquiere una acidez muy pronunciada (valores de pH de 5.4-5.5 inmediatamente después del sacrificio), y con poco sabor (FAO, 2001).

Debido al brusco descenso de pH en un momento en que la carne aún presenta elevada temperatura, se produce una desnaturalización proteica que afecta la fijación de agua, por lo cual la carne PSE presenta sobre todo una mala fijación del agua. Además el color de la carne PSE es marcadamente claro (Wirth, 1987).

la carne PSE es una condición que ocurre en cerdos, pavos y en menor medida en vacuno, en el cual la glicólisis postmortem acelerada disminuye el pH muscular a su nivel más bajo mientras la temperatura muscular es todavía muy alta (Doyle et al., 1997).

2.3.7. CARNE OSCURA, FIRME Y SECA (DFD)

En el caso de las carnes DFD o de corte oscuro la musculatura es muy consistente o dura, de color rojizo oscuro y seco, en ocasiones pegajosa. Existen razas más propensas que otras a la presentación de corte oscuro. Los animales de temperamento más excitable son más sensibles, por ejemplo cerdos presentan más corte oscuro. El corte oscuro es una anomalía que se caracteriza por el color rojo oscuro y el pH alto de algunos músculos de la canal, especialmente el lomo. Esta condición puede presentarse en canales de ganado vacuno u ovino, y ocasionalmente en cerdos y pavos, al poco tiempo de su sacrificio (Gallo 2003).

En la carne DFD la glucólisis (formación de ácido) se desarrolla más lentamente o de manera incompleta o casi no se produce. Este tipo de carne no alcanza en ningún momento el pH normal, sino que permanece en niveles elevados de pH final por sobre 6.2, generalmente superiores e incluso hasta 7.0, el glucógeno muscular se consume durante el transporte y el manejo en el período anterior al sacrificio. Por consiguiente, hay poca generación de ácido láctico luego del sacrificio, produciéndose así carne DFD. La carne con características DFD es un problema para la industria de la carne. La presencia de esta característica en la canal influye no sólo sobre la calidad de la misma sino que desmejora también su aptitud para la comercialización (Paleari et al., 1995). En la tabla 3 se presenta la disminución del pH en la carne luego del faenado como indicador de calidad.

TABLA 3. DISMINUCIÓN DEL pH EN LA CARNE LUEGO DE LA FAENA (POSTMORTEM) COMO INDICADOR DE LA CALIDAD

Calidad de Carne	Evolución de la glucólisis	Valor de pH inicial	pH al final de la glucólisis	Momento de la medición post-mortem.
Normal	Lenta	7.2	Aprox.5.5	24 h
PSE	Rápida	7.2	<5.8	45 min
DFD	lenta, incompleta	7.2	>6.2	24 h

FUENTE: Varnam y Sutherland, (1998)

Esta carne almacenada y envasada al vacío, o en atmósfera modificada se deteriora rápidamente resultando una decoloración verde la cual se debe a la producción de sulfuro de hidrógeno desde cisteína por *Shewanella putrefaciens*, reaccionando con la mioglobina en el tejido muscular para formar sulfomioglobina, un pigmento de color verde (Doyle et al., 1997). En la tabla 4 se presenta el efecto de la disponibilidad de oxígeno y pH para el desarrollo de las bacterias.

TABLA 4. EFECTO DE LA DISPONIBILIDAD DE OXIGENO Y DEL pH SOBRE EL CRECIMIENTO DE LAS BACTERIAS MAS IMPORTANTES EN LA ALTERACIÓN DE LA CARNE.

Microorganismos	pH 5.5 - 5.7		pH 6.0 a mas	
	Oxígeno	Sin oxígeno	Oxígeno	Sin oxígeno
<i>Pseudomonas spp.</i>	+	-	+	-
<i>Enterobacteriaceas</i>	+	-	+	+
<i>Brochothrix thermosphacta</i>	+	-	+	+
<i>Bacterias ácido lácticas</i>	+	+	+	+
<i>Aeromonas</i>	-	-	+	+
<i>Shewanella putrefaciens</i> (<i>Alteromona</i>)	-	-	+	+

Fuente: Parry, 1995

La carne con características PSE puede ser empleada, con ciertas limitaciones, para embutidos secos, jamón crudo y en ocasiones para embutido escaldado. No es adecuada, sin embargo, para jamón cocido y otros productos cocidos curados. La carne con características DFD puede emplearse para embutidos escaldados y productos cocidos curados, pero no es apropiada para embutidos secos, jamón crudo y carne seca (Wirth, 1987).

Cuando el pH de la carne está próximo a 6.0 o superior, otros tipos de bacterias pueden alcanzar poblaciones suficientemente altas para producir alteraciones, en particular el crecimiento de *Alteromonas putrefaciens*, *Aeromonas spp*, o algunos tipos de *Enterobacteriaceae* (Coliformes) pueden provocar alteraciones irreversibles.

2.3.9. MICROBIOLOGÍA DE LA CARNE

La carne es un alimento altamente perecible ya que posee ciertas propiedades de importancia microbiológica que la hacen un excelente medio para el desarrollo de microorganismos, entre las cuales se encuentran, los nutrientes. El desarrollo de los microorganismos ocurre primeramente a expensas de los constituyentes solubles como carbohidratos, ácidos lácticos y aminoácidos y la digestión de las proteínas se produce en etapas secundarias. La actividad de agua de la carne fresca tiene un valor aproximado de 0.99, valor apropiado para la mayoría de los microorganismos, principalmente bacterias. El potencial de óxido-reducción es el factor central en la respiración tisular que consume O_2 y libera CO_2 . Después de la muerte del animal, el potencial redox va bajando paulatinamente hasta que la

masa cárnea en su interior se hace anaeróbica. El pH en la carne al ser faenado el animal es cercano a 7.0, que es el óptimo para muchas bacterias alterantes y patógenas. Valores de pH inferiores a 5.5 son desfavorables para las bacterias y en combinación con otros factores como temperaturas bajas, pueden prevenir el desarrollo bacteriano (Schmidthebbel, 1984).

La degradación de las proteínas a péptidos y aminoácidos, y la acumulación de metabolitos varios por el proceso glucolítico y otras fuentes, origina un buen medio para el crecimiento de las bacterias (Lawrie, 1998).

Los microorganismos desempeñan un papel fundamental en los cambios metabólicos que ocurren antes, durante y después del rigor mortis. Estos factores afectan por tanto el valor potencial de la carne para su posterior procesado y también su aceptabilidad por el consumidor (García et al., 1995).

La microflora bacteriana habitual de la carne fresca es muy heterogénea; está formada principalmente por *Pseudomonas*, géneros de la familia Enterobacteriaceae, *Acinetobacter*, *Brochotrix thermosphacta* y *Lactobacillus*, que dependiendo de su número y especie pueden causar numerosas alteraciones y en algunos casos intoxicaciones. Dentro de las bacterias patógenas se pueden encontrar *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *E. coli* enteropatógeno, *Clostridium perfringens* y ocasionalmente *Clostridium botulinum* (Cardenas y Giannuzzi, 2005).

Los gérmenes anaerobios producen principalmente olores putrefactos al descomponer proteínas y aminoácidos generando indol, metilamina y SH₂ y otros olores ácidos por descomposición de azúcares y otras moléculas pequeñas (Lawrie, 1998).

2.3.9.1. MICROFLORA ALTERANTE

En algunos animales tales como el cerdo, conejos y cuyes, la situación es bastante diferente que en otros animales ya que normalmente la piel no se quita, sino se escalda antes de eliminar los pelos. El escaldado puede dar lugar a una reducción de los recuentos microbianos, sin embargo el tanque de escaldado puede ser una fuente de contaminación cruzada tanto con la flora intestinal como con microorganismos de la piel (Varnam y Sutherland, 1998).

2.3.9.2. CAMBIOS MICROBIOLÓGICOS EN LA CARNE.

Los cambios microbiológicos son causados por enzimas tisulares de la carne, por la acción de las enzimas microbianas o de la oxidación de los lípidos. Los productos cárnicos se convierten en sustratos más favorables para el crecimiento microbiano debido a la producción de péptidos y aminoácidos que son mejor utilizados por microorganismos que las proteínas intactas (Lawrie, 1992). En la tabla 5 se presenta las temperaturas mínimas y máximas de desarrollo microbiano.

La carne fresca adquiere generalmente una flora predominante de microorganismos psicrófilos como son: *Pseudomonas*, *Acromobacter* y *Flavobacterium* debidamente refrigerada. Estas bacterias son aeróbicas y requieren



una Aw (Actividad de agua) elevada para su crecimiento óptimo. También se hallan presentes otras bacterias como las que pertenecen a los géneros *Lactobacillus*, *Microbacterium* y *Micrococcus*. Las levaduras y los mohos crecen lentamente en todas las carnes no envasadas (Bureau y Multon, 1995). En la tabla 6 se presenta las temperaturas a la cual proliferan los microorganismos.

Los alimentos de origen animal, se alteran por las siguientes causas: (Bureau y Multon, 1995).

- a) Crecimiento de microorganismos, cambios sensoriales, aspecto, olor, sabor.
- b) Reacciones químicas que provocan la alteración del color, oxidación de mioglobina de rojo claro a pardo gris.
- c) Acción enzimática, generalmente acción proteolítica.

TABLA 5. TEMPERATURAS MÍNIMAS Y MÁXIMAS DE DESARROLLO MICROBIANO.

MICROORGANISMO	Temperatura mínima	Temperatura óptima	Temperatura máxima
- Aerobios mesófilos	4°C	28° C	46° C
- Coliformes totales	2°C	30° C	40° C

Fuente: Alcazar, 2002

TABLA 6. TEMPERATURA A LA CUAL PROLIFERAN LOS MICROORGANISMOS

Microorganismo	Temperatura de desarrollo °C		
	Mínima	Optima	Máxima
Psicrófilos	-15	+10	+20 aprox.
Mesófilos	+5 a +10	+25 a +35	+50 aprox.
Termófilos	+40	+50 a +55	+65 aprox.

Fuente: Cheftel y Cheftel, 1992

2.3.10. LOS PRINCIPALES GRUPOS MICROBIANOS PRESENTES EN LA CARNE DFD ENVASADA AL VACÍO

2.3.10.1. BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS.

Este grupo de bacterias no necesitan oxígeno para crecer, son tolerantes a la presencia de CO₂, nitritos, humo y concentraciones de sal relativamente altas y toleran valores de pH bajos. Por ello, las condiciones existentes en las carnes envasadas al vacío y en los productos cárnicos favorecen el crecimiento de estos microorganismos. En general las condiciones que favorecen el crecimiento de las bacterias lácticas resultan en un incremento considerable de la vida útil de la carne refrigerada, ya que inhiben el desarrollo de microorganismos alterantes y patógenos y mejoran la calidad microbiológica de la carne (García et al, 1995).

La disminución del pH, provocada por la actividad metabólica de las bacterias lácticas, origina una inhibición de la mayoría de las bacterias patógenas. Las bacterias lácticas homofermentativas transforman los hidratos de carbono principalmente en ácido láctico, el cual como ácido no disociado, posee cierta acción bacteriostática (Schillinger y Lucke, 1991).

2.3.10.2. *BROCHOTHRIX THERMOSPACTA*.

Bacilo pequeño, gram positivo e inmóvil, como en el caso de las *pseudomonas*, no se desarrolla bien en los envases impermeables al oxígeno, pero en los permeables a veces representa el 20-30% de la flora alterante total (Hayes, 1993)

B. thermosphacta no es afectada por la presencia de CO₂ y corrientemente alcanza recuentos altos en la carne de cordero y de cerdo, sobretodo cuando se envasan en películas de permeabilidad intermedia, cuyos envases acumulan algo de dióxido de carbono o si bien contiene aún niveles bajos de oxígeno, también requiere de pH igual o superior a 5.8 para crecer (Brown y Baid-Parker, 1982 y Schobitz, 1991).

2.3.10.3. ENTEROBACTERIAS

Las enterobacterias son una familia de bacterias Gram negativas que contiene más de 30 géneros y más de 100 especies que pueden tener morfología de bacilos o cocos. Los miembros de esta familia forman parte de la microbiota del intestino (llamados coliformes) y de otros órganos del ser humano y de otras especies animales, algunas especies pueden vivir en tierra, en plantas o en animales acuáticos (Badui, 1997).

Las enterobacterias comprenden ocho géneros de interés *Escherichia*, *Salmonella*, *Shigella*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Yersinia* y *Erwinia* (Hayes, 1993).

El efecto de la permeabilidad del envase está directamente relacionado con el desarrollo de *Escherichia coli*. En carnes de cerdo con pH 5.6, almacenadas a temperaturas cercanas a los 0°C en envase permeable, se puede observar un crecimiento de hasta 1.08x10² ufc/g en aproximadamente 7 días, en cambio en envases impermeables sólo las que presentan pH 6.1, muestran niveles máximos de 1.16x10² ufc/g, durante un tiempo de conservación de 10 días (Cardenas y Giannuzzi, 2005).

2.3.10.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ENTEROBACTERIAS

En la definición clásica de una *Enterobacteria* se usa siete criterios básicos, adicional a la aparición de nuevos métodos taxonómicos para incluir a ciertos géneros que no cumplen con todos los siguientes criterios, pero que forman parte de esta familia (Cardenas y Giannuzzi, 2005):

- Son bacterias gram negativas, la mayoría bacilos, otros cocobacilos y otros pleomórficos.
- No son exigentes, son de fácil cultivo.
- Son oxidasa negativo (excepto Plesiomonas, que es oxidasa positivo), es decir, carecen de la enzima citocromo oxidasa.
- Son capaces de reducir nitrato en nitrito.
- Son anaeróbicos facultativos.
- Son fermentadores de carbohidratos en condiciones anaeróbicas con o sin la producción de gas (en especial glucosa y lactosa), y oxidadores de una amplia gama de substratos en condiciones aeróbicas.
- Muchos géneros tienen un flagelo que sirve para desplazarse, aunque algunos géneros no son móviles.

Ciertas especies provocan patologías específicas:

- La especie *Salmonella typhi* es responsable de la fiebre tifoidea.
- La especie *Shigella dysenteriae* es el agente responsable de la disentería bacilar.
- La especie *Escherichia coli* enterotóxica es responsable de la gastroenteritis infantil.
- La especie *Yersinia pestis* es responsable de la peste.

- La especie *Serratia marcescens* usualmente causa infecciones nosocomiales como resultado de tratamiento en un hospital.

2.3.11. DETERIORO DE LAS GRASAS

La oxidación de las grasas o lípidos es una de las principales causas de deterioro de los alimentos, lo que representa un gran interés económico para la industria alimentaria ya que da lugar a la aparición de sabores y olores desagradables llamados en general de enranciamiento lo que hace que los alimentos sean inaceptables para el consumidor en la carne; los lípidos se pueden oxidar por mecanismos enzimáticos y no enzimáticos (Fennema, 1993).

Las grasas y los aceites pueden sufrir diferentes transformaciones que además de reducir el valor nutritivo del alimento producen compuestos volátiles que imparten olores y sabores desagradables, llamados en general enranciamiento; esto se debe a que el enlace éster de los acilglicéridos es susceptible a la hidrólisis química y enzimática, y a que los ácidos grasos insaturados son sensibles a reacciones de oxidación. La rancidez o enranciamiento se usa para describir los diferentes mecanismos a través de los cuales se alteran los lípidos y se han dividido en dos grupos: lipólisis o rancidez hidrolítica y autooxidación o rancidez oxidativa; la primera se debe básicamente a la acción de las lipasas que liberan ácidos grasos de los triacilglicéridos, mientras que la segunda se refiere a la acción del oxígeno y de las lipoxigenasas sobre las insaturaciones de los ácidos grasos (Fennema, 1993).

2.3.11.1. LIPÓLISIS DE LAS GRASAS

Lipólisis o rancidez hidrolítica, en los primeros momentos que siguen al sacrificio. Los diferentes tipos de grasa, grasa intra e intermuscular y grasa de depósito, sufren una reacción de hidrólisis cuya cinética está dictada por la temperatura y el modo de almacenamiento. Esta reacción de origen enzimático, afecta a los ésteres de glicerol y lleva a la formación de ácidos grasos libres. Es debida a la acción de lipasas endógenas o lipasas bacterianas, o bien a la acción simultánea de las dos (Berk, 1986 y Dieter y Grosh, 1988).

Mediante esta reacción, catalizada por las enzimas lipolíticas llamadas lipasas y en ciertas condiciones, por efecto de las altas temperaturas, se liberan ácidos grasos de los triacilglicéridos y de los fosfolípidos (Dieter y Grosh, 1988).

Numerosos gérmenes tienen capacidad lipolítica. Las enzimas que segregan son específicas, unas atacan los fosfolípidos, otros los glicéridos. Entre los gérmenes más activos, desde este punto de vista se puede citar: *Achromobacter lipolyticum*, *Achromobacter lipidis*, *Pseudomonas ichtyosmia*, *Aeromonas hydroplaida*, *Pseudomonas fragi*, *Pseudomonas fluorecens* y *Serratia marcescens* (Berk, 1986).

Estos gérmenes no necesitan la temperatura de 70°C y las lipasas que segregan son igualmente sensibles (salvo las *Pseudomonas fragi*) a la acción destructiva del calor, sin embargo, son capaces de multiplicarse a 0°C (Brody, 1986 y Berk, 1986).

Durante el almacenamiento a +2°C pueden desarrollarse hongos en la superficie de las grasa animales, que en su gran mayoría tienen poder lipolítico. Las levaduras, que en ciertos casos, se encuentran en número importante en los productos cárnicos poseen en general un poder lipolítico más o menos importante que puede alterar las grasas (Cheftel y Cheftel, 1992).

2.3.11.2 AUTOXIDACIÓN DE LA GRASA

Autoxidación o rancidez oxidativa, esta transformación es una de las más comunes de los alimentos que contienen grasas y otras sustancias insaturadas; consiste principalmente en la oxidación de los ácidos grasos insaturados (linoleico y linolénico) en condición de almacenamiento. Esta alteración tiene como agente causal al oxígeno del aire; y el sustrato que se va a ver afectado son los ácidos grasos insaturados, resultando al final, entre otros productos: peróxidos, hidroperóxidos, aldehídos, cetonas, alcoholes, ácidos e incluso polímeros (Dieter y Grosh, 1988 y Berk, 1986).

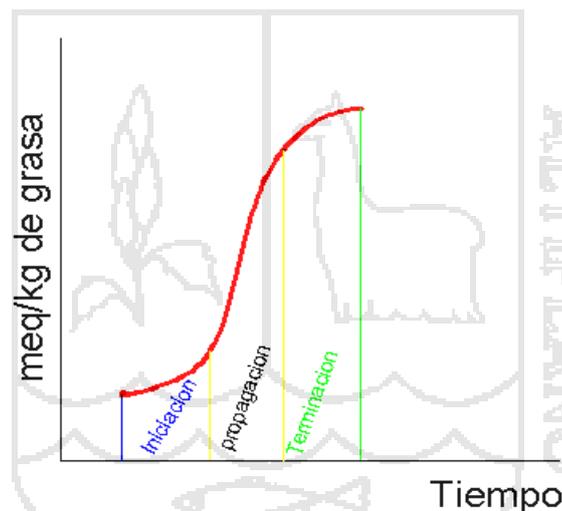
Recibe el nombre de auto oxidación pues es un mecanismo que genera compuestos que a su vez mantienen y aceleran la reacción entre los productos sintetizados. Se encuentran algunos de peso molecular bajo que le confieren el olor característico a las grasas oxidadas, y la auto oxidación se favorece a medida que se incrementa la concentración de ácidos grasos insaturados. Esta segunda etapa entraña el deterioro rápido de las cualidades organolépticas de los productos cárnicos que conducen al final al olor rancio que los hace incomedibles (Prandl, 1997 y Berk, 1986).

La duración del periodo de inducción y la velocidad de la oxidación dependen entre otras cosas de la composición en ácidos grasos de los lípidos, cuantos mas grupos alilo exista en la molécula de ácido graso, tanto mas corto es el período de inducción y mas rápida transcurre la oxidación (Dieter y Grosh, 1988).

2.3.11.3. MECANISMOS DE REACCIÓN DE LA OXIDACIÓN DE LIPIDOS

Según (Berk, 1986 y Cheftel y Cheftel, 1992) indican que se dan 3 periodos en la oxidación de los lípidos tal como se observa en la fig.2:

Figura 4. Periodos de oxidación de grasas



Fuente: Berk, (1986)

- Período de iniciación.
- Período de propagación.
- Período de neutralización o terminación.

a. Período de iniciación.

Por la presencia de ciertos agentes preoxidantes (calor, ciertas radiaciones, iones metálicos, etc.) se originan radicales libres de los ácidos grasos insaturados a partir del hidrógeno más labil que se sitúa en posición alfa respecto del doble enlace.

Estos radicales libres son muy reactivos.



b. Período de propagación.

El oxígeno del aire reacciona con el radical libre, originándose hidroperóxidos que a su vez pueden reaccionar con otros ácidos grasos para originar nuevos radicales libres activos.

Además, los propios peróxidos pueden suministrar radicales libres al descomponerse, originando alcoxiradicales que posteriormente darán lugar a compuestos secundarios más pequeños (aldehídos, cetonas, entre otros).



Son reacciones en cadena, cuyos límites son:

- Ausencia de oxígeno.
- Reacción entre radicales libres.

c. Período de neutralización.

Al reaccionar entre sí los radicales libres se originan dímeros.



Siempre desaparece el ácido graso original y como productos finales se pueden encontrar:

- Polímeros diversos.
 - Hidroperóxidos R-OOH
 - Dímeros con puente de oxígeno R-O-O-R.

2.3.11.4. OXIDACIÓN POR CATALISIS DE METALES.

El cobre y el hierro inician esta transformación en concentraciones menores de 1 ppm. Los ácidos grasos libres solubilizan estos iones y facilitan su acción catalizadora pues provocan un mayor contacto con el lípido, los iones de metales pesados son poderosos catalizadores de la oxidación de los lípidos, disminuyen el periodo de inducción y aumentan la velocidad de reacción, entre ellos se tiene el hierro, cobre, manganeso etc. La mayor parte de los alimentos y aun las grasas y aceites contienen estos metales, el efecto principal de estas trazas metálicas es el de aumentar la velocidad de descomposición de los hidroperóxidos y de allí la generación de radicales libres (Cheftel y Cheftel 1992).

2.3.11.5. OXIDACION DE LA CARNE BLANCA

La carne blanca de algunos animales tales como el conejo, el cerdo y las aves son muy oxidables, más que los animales de carne roja, por que sus constituyentes fosfolipídicos son los más ricos en ácidos grasos insaturados (Cheftel y Cheftel 1992).

La oxidación de los lípidos que se puede desarrollar cuando un nivel tan bajo como el 0.1 % de ácidos grasos está presente con el oxígeno, produce el incremento en los olores y sabores rancios; si el nivel de oxígeno dentro del paquete se disminuye por debajo del 2 %, se retrasa la producción de sabores rancios (Parry, 1995).

2.4. ENVASADO AL VACÍO

2.4.1. DEFINICIÓN

El envasado al vacío consiste en la eliminación total del aire del interior del envase sin que sea reemplazado por otro gas, existiendo una diferencia de presión entre el exterior y el interior del envase (FAO, 2001).

La forma de envasado a vacío, implica un proceso de envasado del producto, en película plástica (film) de baja permeabilidad al oxígeno (Evita el paso de oxígeno) y el cerrado hermético después de realizar la evacuación del aire, logrando así la asepsia dentro del envase (Parry, 1995).

El envasado a vacío limita el desarrollo de la microflora y así mismo modifican la composición de la misma. Las presiones en el interior del envase son severas y dan lugar a que la microflora sea dominada por un pequeño número de cepas de la misma especie (Varnam y Sutherland, 1998).

2.4.2. CONSERVACIÓN DE LA CARNE MEDIANTE ENVASADO AL VACÍO

Los alimentos metabólicamente activos envasados al vacío, como lo son las carnes, continúan con sus actividades respiratorias, consumiéndose así la pequeña cantidad de oxígeno presente en los tejidos del producto, con lo que aumenta el vacío y se produce dióxido de carbono y vapor de agua (Brody, 1996).

Al aumentar las concentraciones de CO₂ en el envase tiene sus ventajas, ya que es inhibidor frente a muchos microorganismos, incluidos mohos y *Pseudomonas*, las cuales constituyen la flora dominante de las carnes frescas alteradas. Las bacterias lácticas y las levaduras son mucho más resistentes a niveles altos de CO₂ (Hayes, 1993).

Para tener éxito en la extensión de la vida útil de la carne al vacío y lograr un almacenamiento de tres a más semanas, la temperatura de la carne deberá estar bajo los 10° C y lo más cercana a los 0°C. En cuanto al pH, en el momento del envasado éste debe ser igual o inferior a 5.8, esto implica que los animales antes del sacrificio no deben haber estado sometidos a ningún tipo de "estrés" y el enfriado post mortem debe haber sido adecuado (Schöbitz, 1991).

La vida útil de la carne fresca aumenta considerablemente si se empaqueta al vacío para excluir el oxígeno puesto que desciende notablemente el desarrollo microbiano (Fennema, 1993).

2.4.2.1. MICROORGANISMOS PRESENTES EN EL INTERIOR DEL ENVASADO A VACÍO

El envasado a vacío contiene 1 % de oxígeno, teóricamente permite el crecimiento de una población relativamente alta de microorganismos. La respiración continua de la carne, agota el oxígeno y aumenta la concentración de CO₂ hasta aproximadamente 15 %. Las condiciones de los envases a vacío favorecen selectivamente a las bacterias lácticas, aunque puede haber también un crecimiento importante de *B. thermosphacta* y *enterobacteriaceas*. Las bacterias lácticas son capaces de crecer rápidamente a bajas temperaturas y bajas tensiones de O₂ y están también fuertemente favorecidas por su tolerancia al CO₂. Son capaces de competir eficazmente con otros microorganismos capaces de crecer rápidamente bajo estas condiciones (Parry, 1995). En el cuadro 3 se observa las principales bacterias lácticas presentes en las carnes envasadas al vacío.

CUADRO 3. PRINCIPALES BACTERIAS LÁCTICAS ASOCIADAS A LA CARNE ENVASADAS AL VACÍO Y ALMACENADAS A BAJAS TEMPERATURAS:

<i>Lactobacillus</i>	<i>leuconostoc</i>
<i>Bavaricus</i>	<i>carosun</i>
<i>Curvatus</i>	<i>gelidum</i>
<i>Sake</i>	<i>Mesenteroides sub sp. Mesenteroides</i>
<i>Canobacterium</i>	<i>Lactococcus</i>
<i>divergens</i>	<i>raffinolyticus</i>
<i>pisicola</i>	<i>lactis</i>

Fuente: (Varnam y Sutherland, 1998).

El envasado de la carne a vacío modifica la microflora de la carne y consiguientemente el tiempo y el carácter de la alteración. En los paquetes envasados a vacío, la acumulación de CO₂ y la ausencia de oxígeno limitan el crecimiento de las *Pseudomonas* dando origen a una microflora dominada por microorganismos, especialmente por bacterias acidolácticas de los géneros *Lactobacillus*, *Leuconostoc* y *Carnobacterium* (Adams y Moss, 1997).

La contribución de los compuestos sulfurados a la alteración es mucho mayor cuando la carne con pH alto se envasa al vacío. Esto se debe a la presencia en número importante de *S. Putrefaciens* y de *Enterobacteriaceas* que producen grandes cantidades de hidrosulfuro H₂S, esto da lugar a un tipo de alteración extremadamente desagradable (Varnam y Sutherland, 1998).

2.4.2.2. ALTERACIONES DE LA CARNE ENVASADA AL VACÍO

La técnica del envasado de carne al vacío, ha significado un avance importante en la conservación de este producto por un tiempo prolongado, sin que sea necesaria su congelación. Para poder extender la duración es necesario sin embargo, almacenarla a una temperatura cercana a los 0°C. La carne con pH elevado (pH 6.0) presenta durante el envasado al vacío una conservabilidad muy escasa. Las bacterias sensibles al ácido, especialmente *Enterobacteriaceae* y *Brochothrix*, pueden competir mejor bajo estas condiciones de pH más elevado. Además debido a la falta de azúcares fermentables, se produce una rápida degradación microbiana de aminoácidos, originando productos de olor desagradable como H₂S o NH₃ (Schöbitz ,1991).

Además señala, que cuando las carnes envasadas al vacío experimentan alteraciones, con frecuencia los organismos predominantes son *Lactobacilos*, *Brochotrix thermosphacta* o ambos (Schillinger y Lücke, 1991).

El deterioro de la carne envasada al vacío ocurre principalmente por *B. thermosphacta*, *A. putrefaciens* y *E. liquefaciens*. Se desarrolla en ausencia de oxígeno sólo a elevadas temperaturas y sobre todo, cuando se trata de carne DFD. El deterioro va acompañado de un olor ácido ligeramente "a encierro". *A. putrefaciens* crece solamente en presencia de pH elevado (carne DFD), con la formación de color verdoso en la carne y un olor desagradable. *E. liquefaciens* también provoca el deterioro, sobre todo en carne DFD, con un olor desagradable, ligeramente acidulado (Bem y Hechelmann, 1996).

El envasado de la carne a vacío modifica la microflora de la carne y consiguientemente el tiempo y el carácter de la alteración. En los paquetes envasados a vacío la acumulación de CO₂ y la ausencia de oxígeno limitan el crecimiento de las *Pseudomonas* dando origen a una microflora dominada por microorganismos, especialmente por bacterias acidolácticas de los géneros *Lactobacillus*, *Leuconostoc* y *Carnobacterium* (Adams y Moss, 1997).

El desarrollo de microorganismos que afectan la conservabilidad de la carne y productos cárnicos, depende del pH. Con un pH elevado el riesgo de deterioro (degradación proteica, putrefacción) es mayor. La carne y productos cárnicos con pH superior a 6.0 son particularmente riesgosos (Wirth, 1987).

2.5. ANTIOXIDANTES

Los antioxidantes son sustancias que retardan la autooxidación o interfieren en el proceso de formación de radicales libres, durante las etapas de Iniciación y Propagación. Existen distintos tipos de antioxidantes y, de acuerdo a su origen, ellos se pueden clasificar como naturales o sintéticos. Los antioxidantes sintéticos fueron desarrollados a partir de la necesidad de obtener una protección más efectiva y, al mismo tiempo, más económica en relación a los antioxidantes naturales (Dieter y Grosh, 1988 y Berk, 1986).

Entre los antioxidantes naturales, los más utilizados son los tocoferoles y los fenoles, que generalmente se extraen del destilado de plantas. Los tocoferoles y fenoles poseen una eficiencia muy grande en grasas animales insaturados más propensos a la oxidación (Dieter y Grosh, 1988 y Berk, 1986).

Para evitar la propagación hay un mecanismo que se apoya en los antioxidantes: tocoferoles y vitamina E (naturales) y otros artificiales derivados del ácido gálico y del anisol (BHA, BHT) que son compuestos de naturaleza fenólica que se caracterizan por una gran apetencia y poder de captación de los radicales libres, formando un compuesto estable que impide la propagación de formación de radicales libres. Estos serían los llamados antioxidantes primarios, para diferenciarlos de los secundarios, llamados también "sinergistas" ya que potencializan la acción de otros antioxidantes, pero por si solos tienen muy poco efecto. Los más característicos son el ácido cítrico, el ácido ascórbico, el ácido tartárico, el ácido tioldipropiónico y el ácido fosfórico (Berk, 1986).

Entre los antioxidantes sintéticos, dos de ellos son los más utilizados en la industria alimenticia: BHT y BHA.

El BHT (butil hidroxitolueno) es uno de los antioxidantes más utilizados, por ser uno de los más antiguos en el mercado y poseer costo relativamente bajo. El BHT tiene apariencia de un polvo blanco cristalino y posee excelente solubilidad en varios aceites y grasas. Pero no es muy eficiente, si se compara a otros antioxidantes. Para que su efecto se refuerce, generalmente debe utilizarse en conjunto con otro oxidante. Su volatilidad es relativamente alta a temperaturas elevadas, por eso el producto se debe mantener en un embalaje bien cerrado mientras está almacenado y que no sea expuesto a altas temperaturas de proceso (Dieter y Grosh, 1988 y Berk, 1986).

El BHA (butil hidroxianisol) es más eficiente que el BHT en grasas animales. Posee excelente solubilidad en aceites y grasas, pero tampoco es muy eficiente en varios aceites vegetales. El BHA tiene apariencia de copos blancos cerosos. Debido a su inestabilidad, se debe guardar en un embalaje bien cerrado, al abrigo de la luz. Este procedimiento evita que el producto quede amarillento, lo que demuestra oxidación del propio material. Posee volatilidad relativamente alta, debiendo tomarse los mismos cuidados aplicados al BHT (Fennema, 1993, Dieter y Grosh, 1988 y Berk, 1986).

2.6. REFRIGERACIÓN.

La aplicación del frío permite la conservación de las carnes y su posterior utilización, casi con las mismas características de la carne fresca. Una refrigeración adecuada depende de los siguientes factores: La rápida pre - refrigeración, una temperatura adecuada de

refrigeración y la circulación y velocidad correcta del aire (Paltrinieri, 1986).

La refrigeración es una técnica que permite la conservación de carnes por corto tiempo a temperaturas ligeramente superiores a 0°C, a refrigeración industrial preferentemente para carcasas, medias carcasas o también cuartos de carcasa se utilizan mucho; manteniendo las normas técnicas que exige una buena refrigeración para carnes, cuya temperatura deberá ser de -1 a 5°C (Tellez, 1992).

El frío se aplica para conservar la carne y otros productos cárnicos, de este modo se puede observar el efecto que causa el frío sobre los microorganismos. La acción del frío se debe a que al disminuir la temperatura, decrece en curva continua el desarrollo de los microorganismos, hasta que se alcanza la temperatura mínima de crecimiento por debajo del cual se paraliza totalmente el desarrollo de los gérmenes. Cada tipo de microorganismo presenta una Temperatura mínima de crecimiento (Mossel y Quevedo, 1992).

2.6.1. ALMACENAMIENTO EN REFRIGERACIÓN.

Las condiciones óptimas para el almacén de depósito son a una temperatura de 1°C y una humedad relativa del 90%. En un ambiente de conservación en el cual ya se encuentra la carne refrigerada no se deberá introducir carne de animales recién sacrificados. La carne fácilmente absorbe los olores del ambiente, por eso no se debe almacenar la carne en un cuarto donde haya el contenido de un producto con olor fuerte (Paltrinieri, 1986).

2.7. VIDA ÚTIL DE LOS ALIMENTOS.

La vida útil o caducidad de un alimento puede definirse como "el periodo de tiempo, después de la elaboración y/o envasado y bajo determinadas condiciones de almacenamiento, en el que el alimento sigue siendo seguro y apropiado para su consumo" (Labuza, 1994).

Todos los alimentos poseen una caducidad microbiológica, una caducidad química y/o físico-química y una caducidad sensorial, la cual depende de las condiciones de formulación, procesamiento, empaçado, almacenamiento y manipulación (Codex Alimentarius, 1998).

Los alimentos perecederos son aquellos de tipo o condición tales que pueden deteriorarse, entendiéndose aquellos como los productos lácteos, carne, aves de corral, pescado o de ingredientes que permitan el crecimiento progresivo de microorganismos que puedan ocasionar envenenamiento u otras enfermedades transmitidas por alimentos, y esta vida útil está limitada en la mayoría de los casos por el decaimiento bioquímico o microbiológico (Labuza, 1994).

La principal ventaja del envasado de la carne al vacío es su larga vida útil. El pH es de mucha importancia en el envasado puesto que la carne con pH 6.0 y mayor no se debe envasar a vacío, los efectos combinados de elevada contaminación y alto pH reducirán fuertemente la vida útil de la carne (Parry, 1995).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN:

El trabajo de investigación se ejecutó en la Región, Provincia y Distrito de Puno, que se ubica a una altitud de 3824 m.s.n.m

La parte experimental del proyecto de investigación se realizó en la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, en la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, en los Laboratorios de Microbiología, Planta Piloto y Análisis de Alimentos.

3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

3.2.1. CARNE DE CUY

La materia prima utilizada fue cuy (*Cavia porcellus*), procedente del Instituto Nacional de Investigación Agraria de la Región Puno (INIA), situada al costado izquierdo de la carretera Puno - Juliaca Km 23.4, en una cantidad de 45 unidades de cuyes, con un peso promedio de 525 g. por unidad, de 4 a 5 meses de edad raza Andina.

3.2.2. ORÉGANO

Hojas de orégano (*Origanum vulgare*) seco provenientes de la Región Tacna, con un peso de 6 Kg para la extracción de aceite esencial.

3.3. MATERIALES Y EQUIPOS

3.3.1. REACTIVOS QUÍMICOS

- Hidróxido de sodio 0.1 N
- Solución de fenolftaleína 2%
- Acido acético 0.1 N
- Solución de almidón 0.25%
- Eter de petróleo 0.1 N
- Tiosulfito de sodio AL 0.01 N
- Agua destilada

3.3.2. MATERIALES DE LABORATORIO

- Pipetas capacidad de 1, 5 y 10 ml.
- Agar Mac Conkey
- Agar Plate Count APC
- Erlenmeyer capacidad 300, 500 y 1000 ml
- Tubos de ensayo PIREX
- Espátula drigalsky
- Gradillas metálicas
- Probetas 200 ml PIREX
- Fiolas PIREX de 25 y 50 ml
- Placas petri PIREX
- Vasos precipitados PIREX 10 - 250 - 500 ml
- Trípode
- Mortero y pilón cerámico
- Espátula acero inox
- Cuenta gotas
- Mechero de bunsen
- Soporte universal metálico
- Papel filtro
- Jarras graduadas 100 - 500 ml
- Asa de kolle

- Escobillon
- Papel kraft
- Bagueta
- Licuadora

3.3.3. EQUIPOS DE LABORATORIO Y MATERIALES PARA EL PROCESO

- Equipo de destilación por arrastre de vapor.
- Equipo de destilación simple
- Microscopio.
- Equipo de balón de digestión.
- Balanza electrónica marca SAXTORIUS capacidad 320 g
- Incubadora temperatura máxima 120°C, Cod. IN-601
- pH metro digital
- Termómetro de canastilla temperatura -25 a 120°C
- Selladora al vacío
- Refrigerador domestico marca LEHEL -10 a 15 °C
- Baldes de plástico
- Cajas isotérmicos (tecnopor)
- Mesas de acero inoxidable
- Tablero de eviscerado
- Cuchillos inox
- Cuenta colonias marca LIGHTBOX

3.4. METODOLOGIA

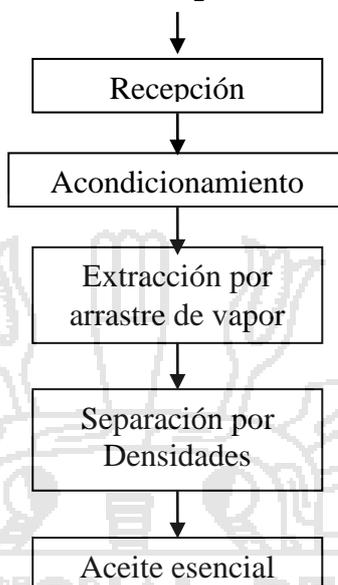
3.4.1. OBTENCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE OREGANO

Se utilizaron hojas secas de orégano y un equipo de destilación y se siguieron los siguientes pasos.

3.4.1.1. DIAGRAMA DE FLUJO:

- Fig. 5. EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO

Materia prima



3.4.1.2. DESCRIPCION DEL PROCESO

Materia prima: Hojas de orégano (materia seca).

Recepción: Se verificó la procedencia del orégano y se pesó el total de hojas y ramas secas antes de acondicionarlas.

Acondicionamiento: Se quitaron hojas en mal estado (de color marrón o negras), y otros que no sean de orégano.

Extracción: Se realizó por arrastre de vapor. En un equipo de destilación en la Planta Piloto de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

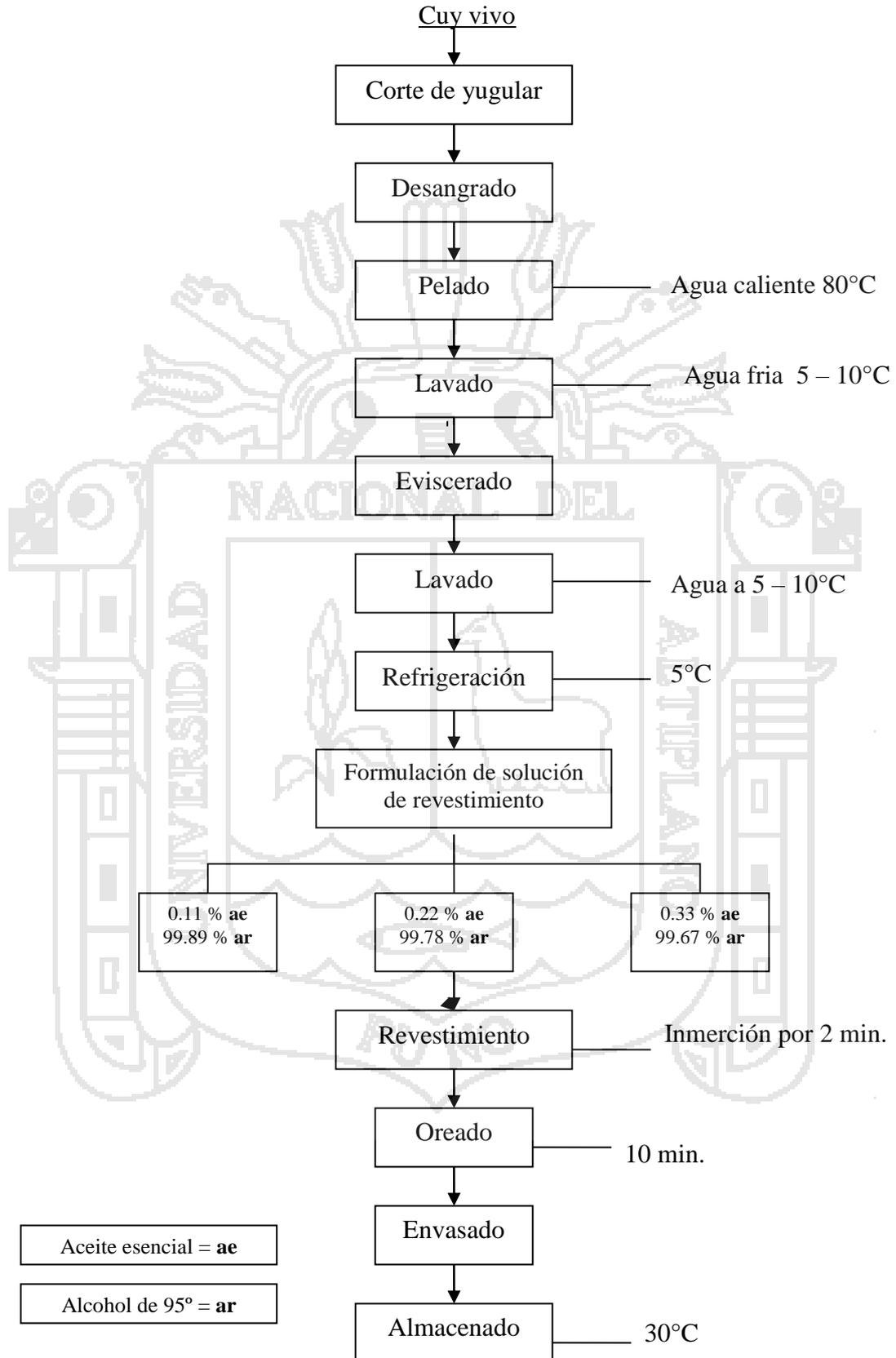
Separación: Se separó el aceite esencial del agua por el método de separación por densidades en una pera de decantación.

3.4.2. OBTENCIÓN DE LA CARNE DE CUY CONSERVADO CON ACEITE DE OREGANO Y ENVASADO AL VACÍO.

Se trabajó con cuyes de raza Andina de 3 a 4 meses de edad.

3.4.2.1. METODOLOGIA EXPERIMENTAL:

Fig.6. Obtención de carne de cuy sellado a vacío conservado con aceite esencial de orégano.



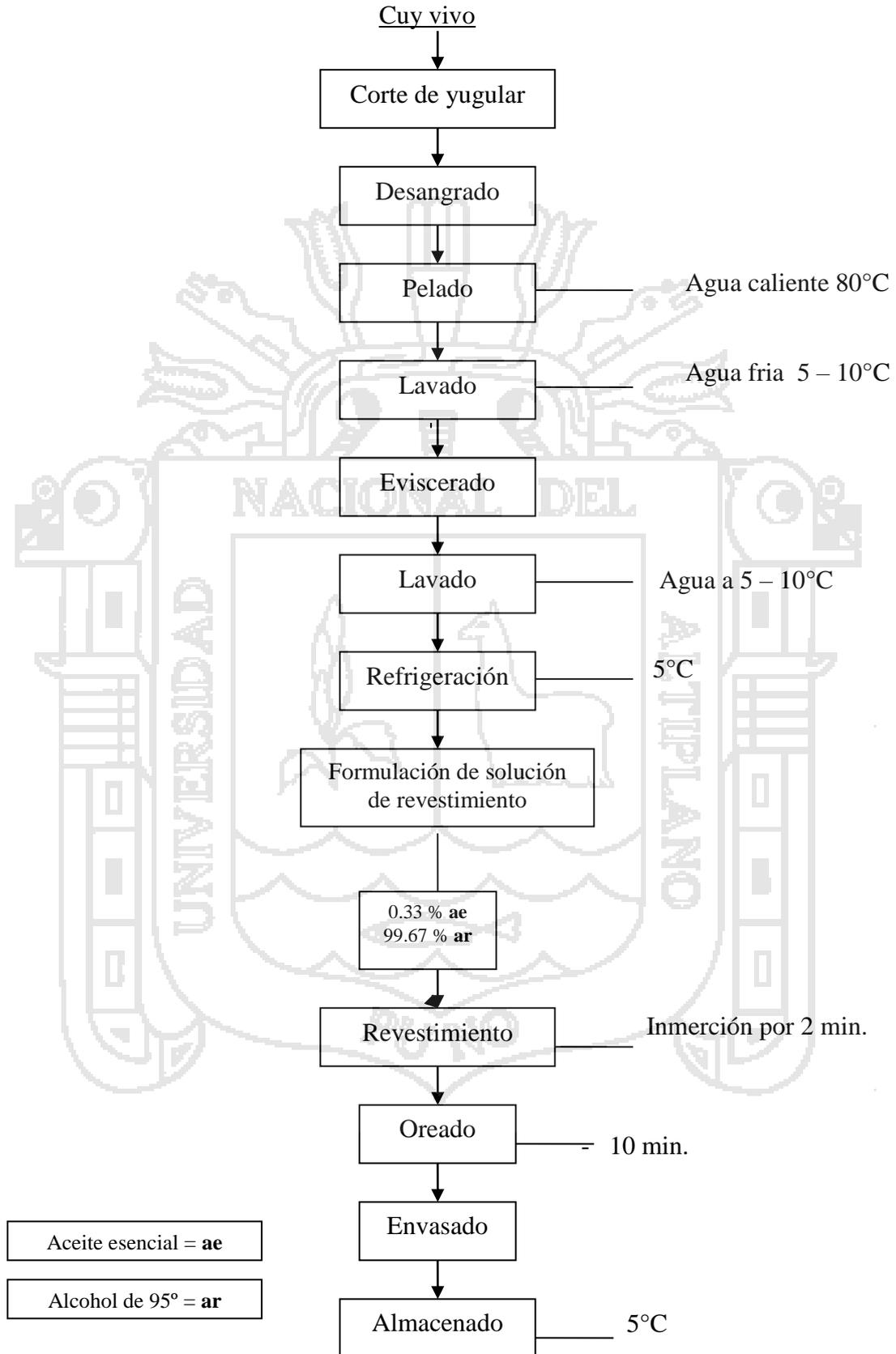
3.6.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO (etapa 1)

- **Materia prima.** Cuyes de 4 a 5 meses de edad, de la raza Andina sanos libres de enfermedades, el proveedor es el Instituto Nacional de Investigación Agraria INIA Puno, los cuyes son seleccionados y metidos en cajas de madera para su transporte a un matadero en Puno. Se realizó una previa inspección a cada uno de los cuyes antes del transporte a Puno.
- **Corte de yugular.** Una vez que los cuyes pasaron por revisiones en el matadero para detectar enfermedades u otras anomalías a cada uno de los cuyes se les hizo un corte con un cuchillo desinfectado, a la altura del yugular para que exista un rápido desangrado y muerte.
- **Desangrado.** Luego del corte se procedió a levantar de las patas posteriores del cuy para que exista un desangrado rápido y total, para que no se acumule en otras partes de su cuerpo.
- **Pelado.** Terminado el desangrado se procedió a sumergir uno por uno a los cuyes en agua hirviendo solo por algunos instantes, para que el pelaje del cuy sea fácil de quitar.
- **Lavado.** Una vez quitado todo el pelaje se procedió a lavarlos con agua pasteurizada para retirar, los pelos que quedaron pegados a la piel y este quede limpio de pelos y restos de sangre de todo el cuerpo.
- **Eviscerado.** Luego del lavado se procedió a hacerle un corte en el abdomen y pecho para retirar con mucho cuidado e higiene las vísceras del cuerpo de cuy.
- **Lavado.** Una vez retirado todas las vísceras se procedió a lavar con agua pasteurizada entibiada a 30 °C quitando restos de coágulos de sangre y otros.

- **Refrigerado.** Se le sometió a refrigeración para que la carne del cuy madure y baje su temperatura para que no sea un medio para los microorganismos, por un tiempo de 1 hora a 5°C.
- **Formulación.** Se realizó para las combinaciones principales (carne de cuy, aceite esencial de orégano) en distintas concentraciones 0, 0.11, 0.22 y 0.33 % de la cantidad de la solución. Una vez obtenido los porcentajes de aceite esencial de orégano estos se mezclaron con alcohol de 95°, ya que se sabe que el alcohol es un disolvente perfecto para el aceite y a la vez es antibacteriano. También se obtuvo una muestra que no contenía aceite esencial ni alcohol, para tenerlo como muestra testigo.
- **Revestimiento.** Se procedió a sumergir dentro de un recipiente el cual contiene solución de aceite esencial y alcohol rectificado por un tiempo de 2 minutos, el cual crea una capa fina y homogénea de la solución.
- **Oreado.** Una vez revestido la carne de cuy con la mezcla de aceite esencial de orégano, se realizó el oreado para eliminar la humedad superficial del producto, se oreó en el interior de una refrigeradora (dentro del laboratorio) por 10 minutos.
- **Envasado y sellado a vacío.** El producto es envasado con la finalidad de proteger el producto del medio ambiente que puede causar alteraciones al producto final. El envase utilizado son bolsas de nylon, y luego es sellado al vacío para eliminar la presencia del oxígeno y garantizar una adecuada conservación.
- **Almacenado objetivo uno.** El producto sellado al vacío es almacenado a temperatura de 30°C por un periodo de 24 horas y 48 horas de almacenamiento.

3.4.3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL: (ETAPA 2)

Fig. 6.1. Obtención de carne de cuy sellado a vacío conservado con aceite esencial de orégano.



3.7.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO (etapa dos)

- **Formulación.** Se realizó para la muestra con el tratamiento que mejor respondió al análisis microbiológico (carne de cuy, aceite esencial de orégano). Una vez obtenido el porcentaje de aceite esencial de orégano este se mezcló con alcohol 99.67% de la cantidad de la solución, ya que se sabe que el alcohol es un disolvente perfecto para el aceite y a la vez es antibacteriano. También se obtuvo una muestra que no contenía aceite esencial ni alcohol rectificado, para tenerlo como muestra testigo.
- **Almacenado.** El producto sellado al vacío fue almacenado en el interior de una refrigeradora a temperatura de 5°C. por un periodo de 42 días.

3.4.4. METODOLOGIA PARA LA PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN DE REVESTIMIENTO

- Se utilizó carne de cuy eviscerada y solución de aceite de orégano y alcohol etílico 95°.
- Se procedió a pesar la carne de cuy.
- De acuerdo al peso de la carne se procedió a preparar el líquido de revestimiento con los respectivos porcentajes de concentración de aceite esencial de orégano (**0.0, 0.11, 0.22, y 0.33% de la solución total**) y alcohol rectificado de 95°.
- Luego se homogenizó los distintos porcentajes de aceite de orégano según el peso de la carne de cuy con alcohol rectificado de 95°, con una bagueta.
- Una vez lista el líquido de revestimiento se procedió a sumergir la carne de cuy fresco por un tiempo de 2 minutos.

3.4.5. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN ÓPTIMA DE ACEITE DE ORÉGANO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA CARNE DE CUY.

Para la determinación de la concentración óptima de aceite esencial de orégano para la conservación de la carne de cuy se siguió los siguientes pasos.

- Se pesó cada una de las muestras de carne.
- Luego se pasó a sumergir las muestras en las diferentes soluciones de aceite esencial de orégano, por un tiempo de 2 minutos.
- Se dejó orear por un tiempo de 15 minutos dentro de una refrigeradora.
- Se llevó a sellar al vacío
- Se almacenó a 35 °C.
- Se realizó los análisis microbiológicos.
- De acuerdo a los análisis microbiológicos realizados a las 24 y 48 horas de almacenamiento a las muestras de carne de cuy, se selecciono la muestra que mejor respondió a las diferentes soluciones de aceite esencial de orégano.

3.4.6. DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO

- Se sumergió dentro de un recipiente, las muestras de carne en la solución mas óptima que es la 0.3 % de aceite esencial de orégano recubriéndolas totalmente por un tiempo de 2 minutos.
- Se dejó orear las muestras dentro de una refrigeradora por 15 minutos.
- Luego se selló al vacío las muestras ya recubiertas. Luego se llevó a almacenar las muestras a temperaturas de refrigeración 5°C.
- Se realizó los análisis de variación de pH, variación de IP (índice de peróxidos) y recuento de

Coliformes totales, en los días 0, 7, 14, 21, 28, 35 y 42 de almacenamiento.

- De acuerdo a los resultados se logró determinar la vida útil del producto mediante los resultados encontrados.

3.5. VARIABLES DE ESTUDIO Y RESPUESTA

3.5.1. VARIABLES DE ESTUDIO. (Etapa uno)

Las variables de estudio son los siguientes.

- Concentración de aceite de orégano (0.0, 0.11, 0.22 y 0.33 % de la solución)
- Tiempo de estudio, (24 y 48 horas de almacenamiento)

3.5.1.1. VARIABLES DE RESPUESTA (etapa uno)

Características microbiológicas de la muestra

- Número de Aerobios mesófilos viables en ufc/g
- Número de Coliformes totales en ufc/g

3.5.2. VARIABLES DE ESTUDIO. (Etapa dos)

Las variables de estudio son los siguientes.

- Tiempo de vida útil

3.5.2.1. VARIABLES DE RESPUESTA (etapa dos)

- Características microbiológicas de la muestra

- Numeración de Coliformes totales en ufc/g

- Características Físico químico de la muestra

- Índice de Peróxidos en meq/Kg de grasa

- pH

3.6. METODOS DE ANALISIS:

3.6.1. DETERMINACIÓN DE CONCENTRACION ÓPTIMA DE ACEITE DE OREGANO EN LA CONSERVACION DE LA CARNE DE CUY.

Para la determinación de la concentración óptima de aceite esencial de orégano en la conservación de la carne de cuy se efectuó mediante el análisis microbiológico, según el método ICMSF, (1998) de las diluciones sucesivas y siembra en superficie de agar y posteriormente incubados a 37 °C. Se realizó el conteo en placas a las 24 horas y 48 horas.

3.3.1.1 DETERMINACIÓN DE AEROBIOS MESOFILOS VIABLES:

- Se preparó la muestra de alimento.
- En seguida se tomó 5 gramos de la muestra de carne y se le añadió 45 ml de agua destilada en un vaso precipitado, para luego llevarlo a licuar.
- Luego se pipeteo en placas petri alícuotas de 1 ml de la solución de la muestra a los tubos de ensayo de 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} (diluciones).
- Se preparó la solución de agar APC para aerobios mesófilos con agua destilada,
- Inmediatamente se vertió en las placas, inoculadas 12 a 15 ml de agar para métodos estándar preparados a 45°C.
- Luego se mezcló el inóculo de siembra con el medio de cultivo, inclinado y girando las placas (imprimir a la placa movimientos de vaivén, 5 veces en una dirección, hacer girar en sentido horario 5 veces, nuevamente los movimientos de vaivén, hace girar en sentido anti horario 5 veces).

- Luego de solidificado el agar se invirtió las placas para incubarlas a 35°C por 24 horas.
- Utilizando el contador de colonias y el dispositivo de registro automático del número de colonias contadas, se contó todas las colonias en las placas que presentaron 30 a 300 colonias.
- Se calculó el número de MO Aerobios mesófilos por gramo de muestra.

3.6.1.2. DETERMINACIÓN DE COLIFORMES TOTALES

- Mediante la técnica conteo en cultivos de agar:

a) Preparación de la muestra:

- Se pesó 5 gramos de la muestra aproximadamente.
- Se mezcló con 45 ml de agua de peptona estéril.
- Se homogenizo hasta obtener una buena dispersión en una licuadora, obteniéndose así una dilución de 1/10.

b) Siembra e inoculación.

- Se preparó en una gradilla 3 series de dilución de 3 tubos cada uno.
- Cada tubo contiene 9 ml de agua peptonada siendo las diluciones 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3}
- Luego se siembra en agar Mac Conkey 1 ml de cada uno de los tubos con muestra.
- Se incubó las placas a 35°C durante 24 horas.
- luego se realizó el conteo en un equipo cuenta colonias.

3.6.2. DETERMINACIÓN DE VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO

Para la determinación de la vida útil de la carne de cuy sometida a conservación con aceite esencial de orégano, se determinó los análisis de pH, índice de peróxidos y determinación de ufc de Coliformes totales, durante el almacenamiento a los 0, 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días.

3.6.2.1. ANÁLISIS DE pH.

Se peso 5 g de la muestra de carne de cuy, moliéndolo en un mortero y se añadió 45 ml de agua destilada libre de dióxido de carbono. Se agitó por 10 minutos con una bagueta en un vaso precipitado de 150 ml. Seguidamente se vertió la muestra enjuagando el vaso con 20 ml de agua destilada y se homogenizó la muestra en la fiola de 100 ml y finalmente se filtró la muestra en un erlenmeyer de 125 ml en el filtrado se midió la lectura de pH.

3.6.2.2. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PERÓXIDOS.

- Se taró en el erlenmeyer y se añadió 0.5 g de muestra de carne de cuy.
- Se agregó a la muestra 15 ml de ácido acético y 10 ml de cloroformo con una probeta de 50 ml.
- Para ensayo en blanco se añadió exactamente a la muestra 1 ml de solución saturada de yoduro de potasio.
- Luego se dejó reposar por un tiempo de 1 minuto a cada uno.
- Después se agregó a la muestra 100 ml de agua destilada, poco a poco.

- Enseguida se agregó 5 ml de solución de almidón al 1 % (indicador).
- Finalmente se tituló la muestra con tiosulfito de sodio al 0.1 N, el cual llegó a un color morado a blanco.

Para el cálculo de índice de peróxido se empleó la siguiente fórmula.

$$\text{Índice de peróxidos} = (S \times N \times 1000) / g$$

Donde:

S = Gasto de ml de solución valorada de tiosulfito en el ensayo, convenientemente corregidos para tener en cuenta el ensayo en blanco.

N= Normalidad exacta de la solución de tiosulfito al 1 N

g = Peso en gramos de la muestra problema.

3.6.2.3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Se procedió a realizar los análisis microbiológicos del producto terminado de carne de cuy sometida a revestimiento con aceite esencial de orégano 0.33% sellado al vacío y almacenado a temperaturas de refrigeración (5°C), como es el análisis microbiológico de:

- Número de coliformes totales (ufc/g).

Indecopi, (2006) menciona que límite de consumo humano de coliformes totales en carnes frescas es 10^2 ufc/g.

3.10. ANALISIS ESTADISTICO

3.10.1. DISEÑO ESTADISTICO (ETAPA UNO)

El diseño estadístico aplicado es con arreglo factorial 4x2 (4 concentraciones de aceite de orégano 0.0%, 0.11%, 0.22%, 0.33% y 2 tiempos 24 y 48 horas) con tres repeticiones aplicándose el diseño DBCA (Diseño de Bloques Completamente al Azar), de un total de 26 muestras.

Modelo matemático para determinar la concentración ideal de aceite esencial de orégano que permitió conservar las características microbiológicas de la carne de cuy, se aplicó el MODELO LINEAL ADITIVO:

$$Y_{ijk} = \mu + \delta_i + \beta_j + (\delta\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

μ = Efecto de la media general del tratamiento y tiempo (Aerobios mesófilos y Coliformes totales)

δ_i = Efecto de la i - esima tratamiento (0.0, 0.11, 0.22 y 0.33% de aceite de orégano)

β_j = Efecto de la j - esima tiempos (24, 48 horas)

$(\delta\beta)_{ij}$ = Efecto de la ij - esima interacción tratamiento - tiempo

ϵ_{ijk} = Efecto aleatorio del error

$i=1,2,3,4$ (tratamiento); $j=1,2$ (tiempo); $K=1,2,3$ (repetición)

TABLA 7. DISEÑO FACTORIAL (4 X 2 X 3)

BLOQUES TIEMPO (Hrs)	TRATAMIENTOS			
	A1	A2	A3	A4
24	1	1	1	1
	2	2	2	2
	3	3	3	3
48	1	1	1	1
	2	2	2	2
	3	3	3	3

Donde:

Tratamientos

A1 = Muestra testigo en 0.0 % de **ae** + 0.0 % de **ar** de la solución de aceite de orégano y alcohol.

A2 = Muestra en 0.11 % de **ae** + 99.89 % de **ar** de la solución de aceite de orégano y alcohol.

A3 = Muestra en 0.22 % de **ae** + 99.78 % de **ar** de la solución de aceite de orégano y alcohol.

A4 = Muestra en 0.33 % de **ae** + 99.67 % de **ar** de la solución de aceite de orégano y alcohol.

ae = Aceite esencial de oregano

ar = Alcohol etílico 95°

1, 2, 3 = Repeticiones

24, 48 = Tiempo (horas) almacenamiento

3.10.2. DISEÑO ESTADÍSTICO (ETAPA DOS)

El diseño estadístico aplicado es con arreglo factorial 2x7 (2 concentraciones de aceite de orégano 0.0, 0.33 y 7 tiempos 0, 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días de almacenamiento) con tres repeticiones aplicándose el diseño DBCA (Diseño de Bloques Completamente al Azar), de un total de 42 muestras.

Modelo matemático para determinar la concentración ideal de aceite esencial de orégano que permitió conservar las características microbiológicas de la carne de cuy, se aplicó el MODELO LINEAL ADITIVO:

$$Y_{ijk} = \mu + \delta_i + \beta_j + (\delta\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

μ = Efecto de la media general del tratamiento y tiempo (pH, Índice de peróxidos y Coliformes totales)

δ_i = Efecto de la i - ésima tratamiento (0.0 y 0.33% de aceite de orégano)

β_j = Efecto de la j - ésima tiempos (0, 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días)

$(\delta\beta)_{ij}$ = Efecto de la ij - ésima interacción tratamiento - tiempo

ϵ_{ijk} = Efecto aleatorio del error

$i=1,2$ (tratamiento); $j=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ (tiempo)

$K=1, 2, 3$ (repetición)

TABLA 8. DISEÑO FACTORIAL (2 X 7 X 3)

BLOQUES TIEMPO (días)	TRATAMIENTO	
	SC	CC
0	1	1
	2	2
	3	3
7	1	1
	2	2
	3	3
14	1	1
	2	2
	3	3
21	1	1
	2	2
	3	3
28	1	1
	2	2
	3	3
35	1	1
	2	2
	3	3
42	1	1
	2	2
	3	3

Donde :

Tratamientos

SC = Muestra testigo en 0.0 % de **ae** + 0.0 % de **ar** de la solución (aceite de orégano y alcohol).

CC = Muestra en 0.33 % de **ae** + 99.67 % de **ar** de la solución (aceite de orégano y alcohol).

ae = Aceite esencial de orégano

ar = Alcohol etílico 65°

0,7,14,21,28,35 y 42 = Tiempo (días) de almacenamiento.



IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. DETERMINACION DE LA CONCENTRACIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO PARA CONSERVAR LA CARNE DE CUY ENVASADO AL VACÍO Y ALMACENADA EN REFRIGERACIÓN.

4.1.1. EFECTO DE LOS VALORES DE VARIACION DE RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES DE LA CARNE DE CUY CONSERVADO CON ACEITE DE OREGANO SELLADO A VACIO ALMACENADO A 30°C.

Los resultados promedio del recuento de microorganismos Coliformes totales en ufc/g. sometido a concentraciones de 0, 0.11, 0.22 y 0.33% de aceite de orégano almacenado a 30°C, se presentan en el cuadro 4.

CUADRO 4: VALORES PROMEDIO DEL RECUENTO DE Coliformes Totales ufc/g. ALMACENADO A 30 °C.

Concentración %	Tiempo horas	Coliformes ufc/g
T	24	36 x 10 ²
T	48	50 x 10 ²
0.11	24	21 x 10 ²
0.11	48	27 x 10 ²
0.22	24	6 x 10 ²
0.22	48	8 x 10 ²
0.33	24	3 x 10 ²
0.33	48	5 x 10 ²

Ufc: Unidades formadoras de colonias

T: Muestra testigo 0 % de aceite de orejano

Fuente: Elaboración propia

Se observa en el cuadro 4 y en las figuras 7 y 8, las muestras de carne de cuy testigo (0 % de aceite), de los dos tiempos tanto para 24 y 48 horas de almacenamiento, se tienen los conteos mas elevados en

ufc/g de Coliformes con 36×10^2 y 50×10^2 ufc/g, respectivamente. Las muestras de carne de cuy que contienen 0.11% de aceite de orégano permitieron un crecimiento promedio de 21×10^2 ufc/g a las 24 horas y 27×10^2 ufc/g a las 48 horas de almacenamiento. Las muestras de carne de cuy que contienen 0.22% de aceite de orégano permitieron un crecimiento promedio de 6×10^2 ufc/g a las 24 horas y 8×10^2 ufc/g a las 48 horas de almacenamiento y las muestras de carne de cuy que contienen 0.33% de aceite de orégano permitieron un crecimiento promedio de 3×10^2 ufc/g a las 24 horas y 6×10^2 ufc/g a las 48 horas de almacenamiento.

Del cuadro 4, respecto al crecimiento de Coliformes totales en ufc/g en todas las muestras tanto a las 24 y 48 horas de almacenamiento se observa una elevada proliferación de coliformes superiores a 10^2 ufc/g aptos para el consumo humano descrita por Indecopi, (2006). Dicha proliferación de coliformes podría deberse a una mala práctica en la obtención de la carne de cuy. Al respecto Varnam y Sutherland, (1998) indican que en algunos animales, tales como el cerdo, conejos y cuyes, la situación es bastante diferente a otros animales ya que normalmente la piel no se quita, sino que se escalda antes de eliminar los pelos, sin embargo el tanque de escaldado puede ser una fuente de contaminación cruzada tanto con la flora intestinal como con microorganismos de la piel, entonces se puede mencionar que esta sería el motivo por el cual se tiene una proliferación elevada de coliformes en las muestras. En el cuadro 12 de promedio de variación de pH de la carne de cuy conservado con aceite de orégano y envasado a vacío, se observa que el pH de todas las muestras es mayor a 6.28 por lo que podría ser la razón de la

proliferación de coliformes al contar con un medio no muy ácido apropiado para tal microorganismo, al respecto Parry, (1995) menciona que cuando el pH es superior a 6.0 o más y sin disponibilidad de O₂ proliferan en mayor cantidad los Coliformes, que pueden provocar alteraciones irreversibles a la carne. A la vez Parry, (1995) también indica que el envasado a vacío contiene 1% de oxígeno, la respiración continua de la carne agota el oxígeno y aumenta la concentración de CO₂ hasta aproximadamente 15 %. Las condiciones de los envases a vacío favorecen selectivamente a las bacterias lácticas, aunque puede haber también un crecimiento importante de Coliformes.

CUADRO 5: ANVA PARA EL EFECTO DEL ACEITE DE OREGANO EN LA CONSERVACION DE LA CARNE DE CUY ENVASADO A VACIO RESPECTO A LA PROLIFERACION DE MICROORGANISMOS Coliformes Totales.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	5%	1%	Sig.
Tratamiento	3	3.21739211	1.07246404	472.52	3.23	5.29	**
Tiempo	1	0.20035645	0.20035645	88.27	4.49	8.53	**
Trat.* Tiemp	3	0.01593692	0.00531231	2.34	3.23	5.29	NS
Error	16	0.03631451	0.00226965				
Total	23	3.4725654					

CV = 3.21

En el Análisis de Varianza del cuadro 5, para el efecto del aceite esencial de orégano en la variable conservación de la carne de cuy respecto a la proliferación de Coliformes totales, se observa que existe diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), para el factor Tratamiento (Con concentración de aceite de orégano), la alta significancia del factor tratamiento (con concentración de aceite de orégano) indica que la conservación de la carne de cuy respecto a

la proliferación de Coliformes totales, está directamente influenciada por la aplicación con las concentraciones de aceite de orégano en la carne, por lo tanto esta variable interviene directamente en la conservación respecto a la proliferación de Coliformes totales.

También se encontró que existe diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) para el factor tiempo (horas de almacenamiento), la alta significancia del factor tiempo indica que la conservación de la carne de cuy respecto a la proliferación de Coliformes totales, está directamente influenciada por las horas de almacenamiento, por lo tanto esta variable interviene directamente en la conservación respecto a la proliferación de Coliformes totales.

Se observa también la no significancia ($P > 0.05$) del factor interacción tratamiento (concentración Con/Sin aceite) y tiempo, indicando que la conservación de la carne de cuy respecto a la proliferación de Coliformes totales no está directamente influenciada por el factor interacción tratamiento (concentración de aceite) y tiempo.

CUADRO 6: PRUEBA DE DUNCAN PARA EL EFECTO DE LAS CONCENTRACIONES DE ACEITE DE OREGANO EN LA CONSERVACION DE LA CARNE DE CUY ENVASADO A VACIO RESPECTO A LA PROLIFERACION DE MICROORGANISMOS Coliformes Totales

Concentraciones %	Crecimiento promedio de Coliformes (ufc/g)	N	Duncan
0	42×10^2	6	A
0.11	23×10^2	6	B
0.22	7×10^2	6	C
0.33	4×10^2	6	D

En la prueba de comparación de Duncan del cuadro 6, para el efecto de las concentraciones de aceite de orégano en la conservación de la carne de cuy envasado a vacío, respecto a la proliferación de Coliformes, existe diferencia significativa en el tratamiento con distintas concentraciones de aceite esencial de orégano, se observa que las muestras testigo de carne de cuy que no contienen concentración (0.0%) de aceite de orégano, permitieron un crecimiento promedio de 42×10^2 ufc/g, las muestras que contienen 0.11 % de aceite de orégano permitieron un crecimiento promedio de 23×10^2 ufc/g, las muestras que contienen 0.22 % de aceite de orégano permitieron un crecimiento promedio de 7×10^2 ufc/g, las muestras que contienen 0.33 % de aceite de orégano permitieron un crecimiento promedio de 4×10^2 ufc/g. Estos resultados indican que la concentración con 0.33 % de aceite esencial de orégano, es la mas efectiva en la conservación de la carne de cuy con respecto a la proliferación de Coliformes totales al tener un conteo mínimo de microorganismos en comparación a los tratamientos con 0%, 0.11% y 0.22% de aceite esencial de orégano.

CUADRO 7: PRUEBA DE DUNCAN PARA EL EFECTO DEL TIEMPO EN LA CONSERVACION DE LA CARNE DE CUY ENVASADO A VACIO RESPECTO A LA PROLIFERACION DE MICROORGANISMOS Coliformes Totales

Tiempo (horas)	Crecimiento promedio de coliformes (ufc/g)	N	Duncan
48	15×10^2	12	A
24	11×10^2	12	B

En la prueba de comparacion de Duncan del cuadro 7, para el efecto del tiempo en la conservacion de la carne de cuy envasado a vacio, respecto a la proliferacion de coliformes , existe diferencia significativa en el tiempo de almacenamiento, se observa que las muestras en un tiempo de almacenamiento de 24 horas tiene un crecimiento promedio de coliformes de 11×10^2 ufc/g y a las 48 horas de almacenamiento se observa un crecimiento promedio de coliformes de 15×10^2 ufc/g, estos resultados indican que a mayor tiempo de almacenamiento mayor será el crecimiento de ufc/g de coliformes totales.

Los resultados que se observan en el cuadro 6 y en las fig. 7 y 8, exponen una clara diferencia significativa entre las concentraciones de aplicación de aceite esencial de orégano en la conservación de la carne de cuy se puede observar que a mayor porcentaje de aceite esencial de orégano menor es el conteo de coliformes totales, de estos resultados se puede decir que el aceite de orégano tiene efectos antibacterianos al reducir el conteo de coliformes. Al respecto Morales, (1995) menciona que el aceite de orégano contiene fenoles y compuestos relacionados metabólicamente con el carvacrol y timol. Compuestos que tienen una actividad antibacteriana frente a bacterias gram positivas y sobre bacterias gram negativas como Enterobacterias (Coliformes). Tafurt, et al (2005) mencionan que el mecanismo de acción de los aceites esenciales es debido a que posee mezclas complejas de numerosas moléculas con gran diversidad de grupos químicos, es probable que la actividad antimicrobiana, sea debido al carácter hidrofóbico de los aceites, que les permite incorporarse en los lípidos de las membranas bacterianas y mitocondriales, perturbando su estructura y

consecuentemente su permeabilidad dando lugar a la fuga de iones y otros contenidos celulares vitales, conduciendo finalmente a la muerte del microorganismo. Los aceites esenciales también podrían actuar sobre las proteínas en la membrana citoplasmática deformando la interacción lípido-proteína y afectando la actividad de enzimas como la ATPasa, disminuyendo la producción de energía requerida para el funcionamiento celular del microorganismo.

Con respecto a las concentraciones distintas de aceite de orégano y su efecto sobre los coliformes se puede mencionar que a mayor concentración de aceite mayor es el efecto antibacteriano. Al respecto Salcedo (2006) en su investigación realizada indica que a distintas concentraciones de hojas secas molidas de muña, ejercen distintos niveles de influencia en la inhibición de coliformes, es debido a la presencia de compuestos fenólicos como la mentona del aceite esencial de muña. Y en el caso del aceite de orégano se tiene la presencia de los compuestos fenólicos como el carvacrol y timol. Morales, (1995) en su investigación realizada del orégano (*Origanum vulgare*) de Tacna-Perú, señala que la cantidad de carvacrol es 10.9 % y timol 5.69% presentes en el aceite esencial de orégano. Muñoz, 1996 y Collura y Storti (1971) indican que el orégano contiene en sus hojas secas de 1 a 1.5 % de aceite esencial de orégano. Por otra parte Morales, (1995) menciona que el aceite esencial de orégano esta constituido por el 16.49% de carvacrol y timol del total de aceite, lo que indica que la presencia de carvacrol y timol presentes en el aceite de orégano influye directamente en la cantidad de concentración de aceite de orégano en la solución como conservante y antibacteriano de la carne de cuy respecto a la proliferación de Coliformes totales.

Fig. 7 PROLIFERACIÓN DE COLIFORMES, A DISTINTAS CONCENTRACIONES DE ACEITE DE ORÉGANO, EN LA CARNE DE CUY A 24 Y 48 HORAS DE ALMACENAMIENTO Y 30°C

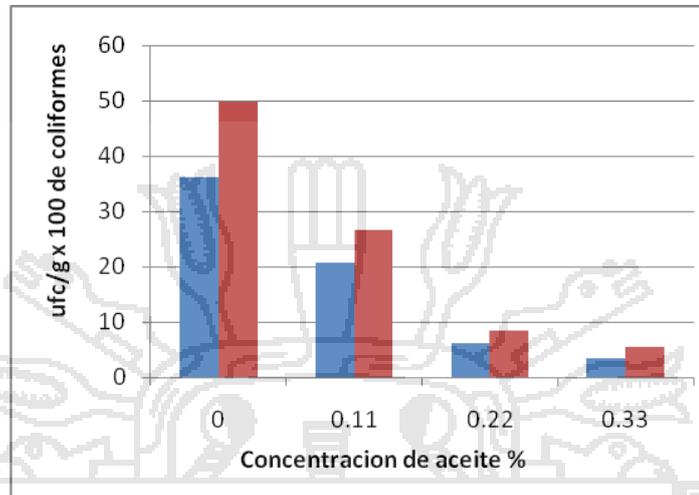
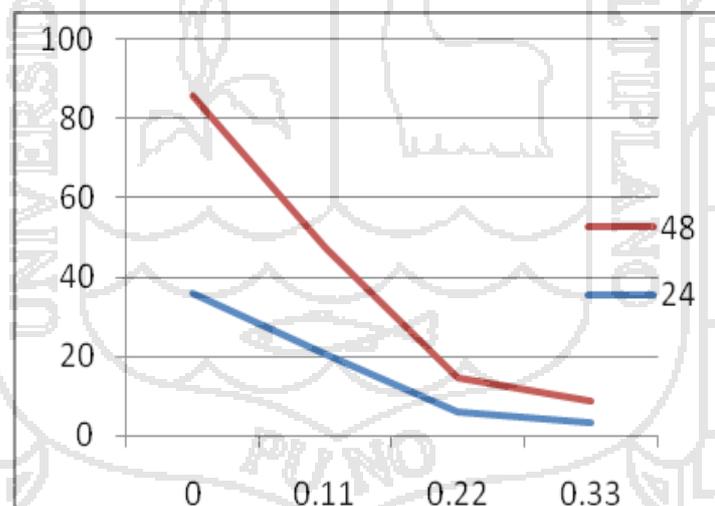


Fig. 8 TENDENCIA DE CRECIMIENTO de Coliformes



4.1.2. EFECTO DE LOS VALORES DE VARIACION DE RECUENTO DE MICROORGANISMOS Aerobios Mesófilos Viables, EN LA CARNE DE CUY ENVASADO A VACIO, ALMACENADO A 30°C DURANTE 24 Y 48 HORAS, CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE ACEITE DE OREGANO.

En el cuadro 8 muestra los resultados promedio del recuento de microorganismos Aerobios mesófilos viables en ufc/g sometido a tratamientos con concentraciones de 0, 0.11, 0.22 y 0.33 % de aceite de orégano a 24 y 48 horas de almacenamiento a 30°C, a partir de la tabla 4 de anexos.

CUADRO 8: PROMEDIO DEL EFECTO DEL ACEITE DE OREGANO EN LA CONSERVACION DE LA CARNE DE CUY ENVASADO A VACIO RESPECTO AL RECUENTO DE AEROBIOS MESOFILOS VIABLES ufc/g

Concentración	Tiempo	Aerobios mesófilos ufc/g
0	24	69 x 10 ³
0	48	93 x 10 ³
0.11	24	38 x 10 ³
0.11	48	58 x 10 ³
0.22	24	14 x 10 ³
0.22	48	27 x 10 ³
0.33	24	7 x 10 ³
0.33	48	10 x 10 ³

Ufc: unidades formadoras de colonias

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en el cuadro 8 y en las figuras 9 y 10, las muestras de carne de cuy testigo (0 % de aceite), a las 24 y 48 horas de almacenamiento tienen los conteos más elevados en ufc/g de Aerobios mesófilos viables con 69 x 10³ y 93 x 10³ ufc/g, respectivamente. Las muestras de carne de cuy que contienen 0.11% de aceite de orégano permitieron un crecimiento promedio de 38 x 10³ a las 24 horas y 58 x 10³ a las 48 horas de almacenamiento. Las muestras de carne de cuy que

contienen 0.22% de aceite de orégano permitieron un crecimiento promedio de 14×10^3 ufc/g a las 24 horas y 27×10^3 ufc/g a las 48 horas de almacenamiento. Las muestras de carne de cuy que contienen 0.33% de aceite de orégano permitieron un crecimiento promedio de 7×10^3 ufc/g a las 24 horas y 10×10^3 ufc/g a las 48 horas de almacenamiento.

Del cuadro 8, respecto al crecimiento de Aerobios mesófilos en ufc/g en todas las muestras tanto a las 24 y 48 horas de almacenamiento, se observa que la proliferación de Aerobios mesófilos se incrementa en todas las muestras a las 48 horas y como también se puede mencionar que a mayor concentración de aceite de orégano menor es el conteo de aerobios mesófilos. Las cifras encontradas son en todas la muestras inferiores a 10 ufc/g que son considerados aptos para el consumo humano descrita por Indecopi, (2006). Dicha proliferación de Aerobios mesófilos podría deberse a una mala práctica de la obtención de la carne de cuy. Bureau y Multon, (1995), mencionan que la carne fresca adquiere generalmente una flora predominante de microorganismos luego del fallo circulatorio como son: *Pseudomonas*, *Acromobacter*, *Flavobacterium*, *Lactobacillus*, *Microbacterium* y *Micrococcus*, las levaduras y los mohos crecen lentamente en todas las carnes.

Se puede mencionar también que al envasar a vacío las carnes de cuy se eliminó una gran cantidad de microorganismos es por ello que no se supera el límite permisible de ufc/g de Aerobios mesófilos ya mencionado, y al interior del envase algunos microorganismos son capaces de desarrollarse y con ello deterioran la carne. Varnam y Sutherland, (1998) indican que el envasado a

vacío limita el desarrollo de la microflora, las presiones en el interior del envase son severas y dan lugar a que la microflora sea dominada por un pequeño número de cepas de la misma especie. Hayes, (1993) indica que las carnes envasadas a vacío aumentan las concentraciones de CO₂ en el interior del envase, ya que es inhibidor frente a muchos microorganismos, las bacterias lácticas y las levaduras son mucho más resistentes a niveles altos de CO₂, Lawrie, (1998) menciona que los gérmenes anaerobios y aerobios facultativos producen principalmente olores putrefactos al descomponer proteínas y aminoácidos generando indol, metilamina y SH₂ y otros olores ácidos por descomposición de azúcares y otras moléculas pequeñas.

Se puede mencionar también que la proliferación de Aerobios mesófilos podría deberse a que la carne de cuy envasada a vacío fue almacenada a temperaturas de 30°C y como también por ser esta una carne catalogada como DFD (Carne Oscura, Firme y Seca) estos factores serían causantes de la proliferación de Aerobios mesófilos, Adams y Moss, (1997) y Bem y Hechelmann, (1996) indican que el deterioro de la carne envasada al vacío ocurre principalmente por *B thermosphacta*, *A. putrefaciens* y *E. liquefaciens*, estos se desarrollan en ausencia de oxígeno sólo a elevadas temperaturas y sobre todo, cuando se trata de carne DFD generando un olor desagradable.

CUADRO 9: ANVA PARA EL EFECTO DEL ACEITE DE OREGANO EN LA CONSERVACION DE LA CARNE DE CUY ENVASADO A VACIO RESPECTO A LA PROLIFERACION DE MICROORGANISMOS Aerobios Mesófilos Viables.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	5%	1%	Sign.
Tratamiento	3	3.63119589	1.21039863	95.27	3.23	5.29	**
Tiempo	1	0.15810639	0.15810639	12.44	4.49	8.53	**
Trat.* Tiempo	3	0.01197521	0.00399173	0.31	3.23	5.29	NS
Error	16	0.20326981	0.01270436				
Total	23	4.00454730					

CV = 1.07

Del cuadro 9 (ANVA para el efecto del aceite esencial de orégano en la conservación de la carne de cuy respecto a la proliferación de Aerobios mesófilos viables), se observa que existe diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), para el factor Tratamiento con concentración de aceite de orégano, la alta significancia del factor tratamiento indica que la conservación de la carne de cuy respecto a la proliferación de Aerobios mesófilos, está directamente influenciada por la aplicación con las concentraciones aceite de orégano en la carne por lo tanto esta variable interviene directamente en la conservación respecto a la proliferación de Aerobios mesófilos.

También se encontró que existe diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) para el factor tiempo (horas de almacenamiento), la alta significancia del factor tiempo indica que la conservación de la carne de cuy respecto a la proliferación de Aerobios mesófilos, está directamente influenciada por las horas de almacenamiento, por lo tanto esta variable interviene directamente en la conservación respecto a la proliferación de aerobios mesófilos.

CUADRO 10: PRUEBA DE DUNCAN PARA EL EFECTO DE LAS CONCENTRACIONES DE ACEITE DE OREGANO EN LA CONSERVACION DE LA CARNE DE CUY ENVASADO A VACIO RESPECTO A LA PROLIFERACION DE MICROORGANISMOS Aerobios Mesófilos Viables

Concentraciones %	Crecimiento promedio de aerobios mesófilos (ufc/g)	N	Duncan
0	80×10^3	6	A
0.11	47×10^3	6	B
0.22	20×10^3	6	C
0.33	9×10^3	6	D

En la prueba de comparación de Duncan del cuadro 10, para el efecto de las concentraciones de aceite de orégano en la conservación de la carne de cuy envasado a vacío, respecto a la proliferación de aerobios mesófilos, existe diferencia significativa en el tratamiento con diferentes concentraciones de aceite esencial de orégano, se observa que las muestras testigo de carne de cuy que no contienen concentración (0.0 %) de aceite de orégano, permitieron un crecimiento promedio de 80×10^3 ufc/g, las muestras que contienen 0.11 % de aceite de orégano permitieron un crecimiento promedio de 47×10^3 ufc/g, las muestras que contienen 0.22 % de aceite de orégano permitieron un crecimiento promedio de 20×10^3 ufc/g, las muestras que contienen 0.33 % de aceite de orégano permitieron un crecimiento promedio de 9×10^3 ufc/g. Estos resultados indican que la concentración con 0.33 % de aceite esencial de orégano es la más efectiva en la conservación de la carne al tener un conteo mínimo de microorganismos en comparación a los tratamientos con 0%, 0.11 % y 0.22 % de aceite esencial de orégano.

CUADRO 11: PRUEBA DE DUNCAN PARA EL EFECTO DEL TIEMPO EN LA CONSERVACION DE LA CARNE DE CUY ENVASADO A VACIO RESPECTO A LA PROLIFERACION DE MICROORGANISMOS Aerobios mesófilos

Tiempo (horas)	Crecimiento promedio de aerobios mesófilos (ufc/g)	N	Duncan
48	35 x 10 ³	12	a
24	23 x 10 ³	12	b

En la prueba de comparación de Duncan del cuadro 11, para el efecto del tiempo en la conservación de la carne de cuy envasado a vacío, respecto a la proliferación de aerobios mesófilos, existe diferencia significativa en el tiempo de almacenamiento, se observa que las muestras almacenadas a 30°C por 24 horas tiene un crecimiento promedio de aerobios mesófilos de 23 x 10³ ufc/g y las muestras almacenadas a 30°C por 48 horas tiene un crecimiento promedio de aerobios mesófilos de 35 x 10³, estos resultados indican que a mayor tiempo de almacenamiento el crecimiento de aerobios mesófilos en ufc/g es mayor.

Se puede observar que en el cuadro 10 y en la fig. 9 y 10, exponen una clara diferencia significativa entre las concentraciones de aplicación de aceite esencial de orégano en la conservación de la carne de cuy, respecto a la proliferación de Aerobios mesófilos se puede mencionar que dicha diferencia sea debido a la capacidad antibacteriana del aceite de orégano mencionando también que a mayor porcentaje de aceite menor es el conteo en ufc/g de microorganismos. Berk, (1986) menciona que los aceites esenciales contienen fenoles compuestos que

tienen una actividad antimicrobiana frente a las bacterias la inhibición de Aerobios mesófilos, con respecto a los distintos porcentajes de aceite de orégano y su mayor capacidad antibacteriana, es justificada por Carvajal y Salcedo, (2006), indicando que a distintas concentraciones de hojas secas molidas de muña, ejercen distintos niveles de influencia en la inhibición de mohos y levaduras, llegando a la conclusión de que la reducción de mohos y levaduras es a la presencia de compuestos fenólicos como la mentona propia del de muña. Gonzales, (2006) en su investigación realizada menciona que el aceite de Orégano tuvo la mejor actividad, comparando al hipoclorito de sodio al 1% en similitud al aceite de Orégano al 2% en una evaluación in Vitro, frente a bacterias facultativas: *Streptococcus mutans*, *Streptococcus oralis*, *Streptococcus intermedius*, *Lactobacillus casei*, *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus aureus*.

Por lo expuesto se puede mencionar que en la investigación como también la de otros investigadores se llega a la conclusión de que el aceite esencial de orégano es un conservante antibacteriano frente a Coliformes totales y Aerobios mesófilos. Lawrie, (1998) indica que un conservante se refiere a toda sustancia que es capaz de inhibir, retardar o cesar el proceso de deterioro o alteración de un alimento pueden ser sintéticos o naturales, entre los naturales tenemos a las esencias de las plantas.

Fig. 9 PROLIFERACIÓN DE AEROBIOS MESOFILOS VIABLES, A DISTINTAS CONCENTRACIONES DE ACEITE DE ORÉGANO, EN LA CARNE DE CUY A 24 Y 48 HORAS DE ALMACENAMIENTO A 30°C

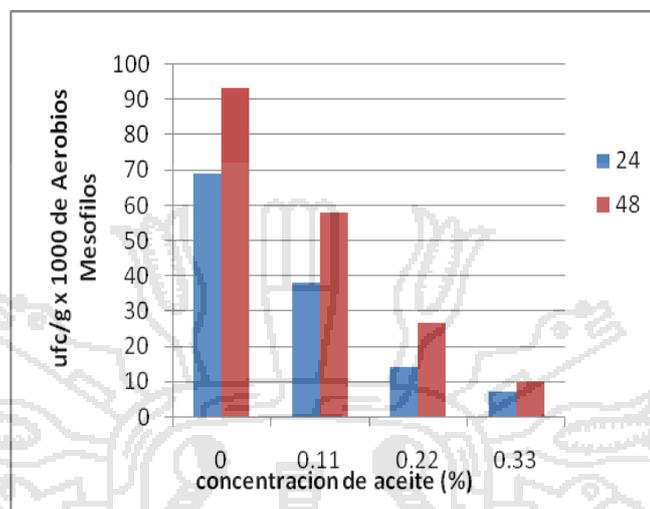
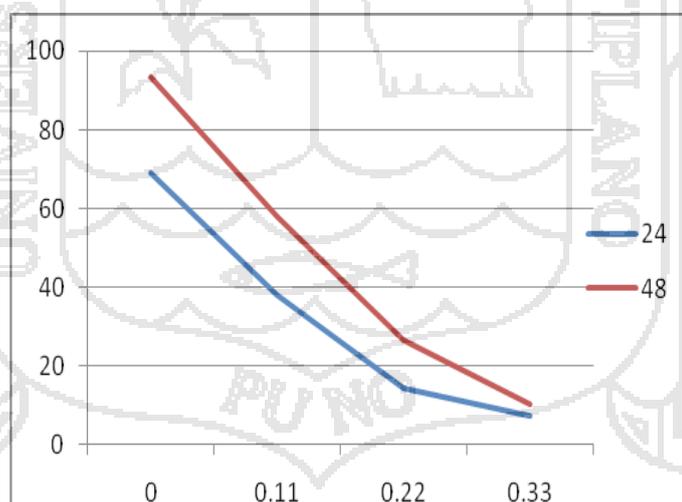


Fig. 10 TENDENCIA DE CRECIMIENTO DE AEROBIOS MESOFILOS



4.2. DETERMINACION DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA CARNE DE CUY SOMETIDA A INMERSIÓN EN ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO.

4.2.1. EFECTO DE LA VARIACION DE pH EN LA CARNE DE CUY ENVASADO A VACIO CONSERVADO CON/SIN ACEITE DE OREGANO.

En el cuadro 12, muestra los resultados promedio de la variación de pH, de las muestras de carne de cuy sometidas a conservación con concentración de 0.33 % de aceite de orégano y sin concentración de aceite de orégano, a 0, 7, 14, 21, 35 y 42 días de almacenamiento a 5°C, a partir de la tabla 1 de anexos.

CUADRO 12 : PROMEDIO DEL EFECTO DEL ACEITE DE OREGANO EN LA CONSERVACION DE LA CARNE DE CUY ENVASADO A VACIO RESPECTO A LA VARIACION DE pH ALMACENADO A 5°C.

Tiempo (días)	pH	
	SC	CC
0	6.47	6.49
7	6.29	6.45
14	6.33	6.42
21	6.33	6.30
28	6.33	6.30
35	6.33	6.31
42	6.32	6.33

sc: Sin concentración de aceite esencial de orégano

cc: Con concentración de aceite esencial de orégano 0.33%

En el cuadro 12 y en la figuras 11 y 12, se observa que las muestras de carne con el tratamiento **SC** (sin concentración de aceite de orégano) tiene un pH inicial de 6.47 a los cero días y un pH de 6.32 en el día 42 de almacenamiento a 5°C y con el tratamiento **CC** (con concentración de aceite de orégano 0.33%) tiene un pH inicial de 6.49 en el día cero y un pH de 6.33 en el día 42 de almacenamiento. Se puede observar que los datos son poco variables y según Indecopi, (2006) se encuentran en el límite máximo de consumo humano que es

6.5 de pH. De los datos elevados de pH observados, Varnam y Sutherland (1998), mencionan que la disminución de pH de la carne luego de faenar al cuy como indicador de la calidad de la carne, se le denomina DFD (carne oscura firme y seca) debido a que la evolución de la glucólisis es lenta e incompleta, empezando con un pH de 7.2 iniciales a las cero horas de faenado y teniendo un valor de 6.2 o mayor de pH final a las 24 horas de faenado. Al respecto Parry (1995) indica que las carnes DFD se alteran más rápidamente con pH igual o mayor a 6.2 permite el desarrollo a microorganismos que producen SH. Gallo, (2003) señala que existen razas y animales más propensos que otros a la presentación de carne DFD, son animales de temperamento más excitables son más sensibles a cualquier situación, por ejemplo los peces, aves cerdos.

CUADRO 13: ANVA PARA EL EFECTO DEL ACEITE DE OREGANO EN LA CONSERVACION DE LA CARNE DE CUY ENVASADO A VACIO RESPECTO A LA VARIACION DE pH.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	0.05	0.01	sig.
Trat. Con/Sin	1	0.00828521	0.00828521	29.93	4.19	7.63	**
Tiempo	6	0.12596233	0.02099372	75.81	2.44	3.52	**
Trat. * Tiemp	6	0.04907381	0.00817896	29.53	2.44	3.52	**
Error	28	0.00775433	0.00027694				
Total	41	0.19159048					

CV = 0.2837

El cuadro 13 muestra el análisis de varianza para el efecto del aceite de orégano en la variación pH de la carne de cuy envasada al vacío, elaborado a partir de los datos de anexos, se encontró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), para el factor Tratamiento **con/sin** concentración de aceite de orégano, la alta significancia del factor tratamiento indica que la

conservación de la carne de cuy respecto a la variación de pH está directamente influenciada por la aplicación con/sin concentración de aceite de orégano en la carne, por lo tanto esta variable interviene directamente en la conservación respecto a la variación de pH.

También se encontró diferencias altamente significativas ($p > 0.01$) para el factor Tiempo (días de almacenamiento) a nivel de efectos simples, es decir el factor Tiempo (días de almacenamiento) influye significativamente en la variación de pH de la carne de cuy envasada a vacío y almacenado en refrigeración.

También se encontró diferencias significativas para la interacción del factor tratamiento con el factor tiempo.

CUADRO 14: PRUEBA DE DUNCAN PARA EL EFECTO DE LA CONCENTRACION DE ACEITE DE OREGANO EN LA CONSERVACION DE LA CARNE DE CUY ENVASADO A VACIO RESPECTO A LA VARIACION DE pH

tratamiento	Promedio de variación de pH	N	Duncan
CC	6.37	21	a
SC	6.34	21	b

CC = con concentración de aceite de orégano 0.33% de la solución

SC = sin concentración de aceite de orégano

En el cuadro 14 de la prueba de comparación de Duncan para el efecto de tratamiento con/sin aceite de orégano. Se observa que existe diferencias significativas en el tratamiento con /sin aceite de orégano, el tratamiento **CC** (con concentración de aceite de orégano 0.33%) alcanzó un promedio de variación de pH con 6.37 y el tratamiento **SC** (sin concentración de aceite de orégano) alcanzó un promedio de variación con 6.34 de pH. Se observa que la diferencia es mínima entre la aplicación

con aceite esencial de orégano al 0.33% de la solución y la muestra testigo sin aplicación de aceite de orégano, se ve que el tratamiento **SC** (sin concentración de aceite de orégano) tiene un pH mas elevado probablemente sea debido a la formación de ácido láctico a partir de la presencia de bacterias lácticas y por ende a elevación de pH. Lawrie, (1998) indica que la generación de ácido láctico es debido a la presencia de las bacterias lácticas a consecuencia de que las bacterias lácticas están en mayor número en carnes envasadas al vacío. FAO, (2001) indica que el ácido láctico producido por las bacterias lácticas en el músculo tiene el efecto de retardar el desarrollo de otras bacterias que contaminan la carne durante su almacenamiento, es por eso que las bacterias lácticas dominan el medio. También se observa que en el tratamiento **CC** (con concentración) tiene un pH menor a la del tratamiento **SC** (sin concentración), probablemente sea debido a que el tratamiento **CC** (con concentración de aceite de orégano 0.33%) tiene propiedades antibacterianas debido a la presencia de fenoles como el carvacrol y timol ya antes mencionadas, compuestos antibacterianos del orégano que redujeron en un mínimo la presencia de gran parte de microorganismos presentes en la carne de cuy, entre ellos también a las bacterias lácticas.

Se observa también que en el cuadro 15, de la prueba de comparación de Duncan para efecto del tiempo en la conservación de la carne de cuy envasado a vacío, tiene diferencias significativas en la variación de pH, en el día 0 con respecto a los demás tiempos, se cuenta con un pH promedio de 6.48, un pH elevado como se puede observar, se puede decir que es debido a que es una carne oscura firme y seca (DFD) al mantenerse durante 42

días sobre 6.32 de pH, que es debido a que la glucólisis (formación de ácido) se desarrolla más lentamente o de manera incompleta o casi no se produce. Este tipo de carne no alcanza en ningún momento el pH normal, sino que permanece en niveles elevados de pH final por sobre 6.2, Paleari et al., (1995).

CUADRO 15: PRUEBA DECOMPARACION DE DUNCAN PARA EL EFECTO TIEMPO EN LA CONSERVACION DE LA CARNE DE CUY ENVASADO A VACIO RESPECTO A LA VARIACION DE pH

Tiempo (días)	Promedio de variación de pH	N	Duncan
0	6.48	6	a
14	6.38	6	b
7	6.37	6	bc
42	6.33	6	c
35	6.32	6	cd
21	6.32	6	cd
28	6.32	6	cd

FIG. 11 VARIACIÓN DE LOS DATOS DE PH, CON Y SIN CONCENTRACIÓN DE ACEITE DE ORÉGANO EN LA CARNE DE CUY.

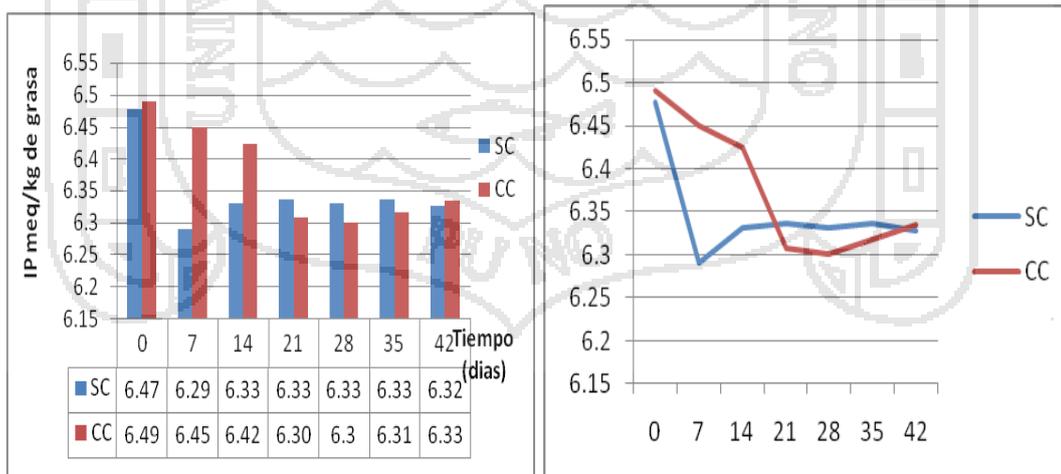


Fig. 12 TENDENCIA DE VARIACION DE PH

4.2.2.2. EFECTO DE LA VARIACIÓN DE índice de peróxidos (IP) EN LA CARNE DE CUY ENVASADO AL VACIO

En el cuadro 16 y en la figura 13, muestra los resultados promedio de Índice de peróxidos IP de las muestras de carne de cuy con concentración de 0.33 % de aceite de orégano y sin aceite de orégano, a los 0, 7, 14, 21, 35 y 42 días de almacenamiento a 5°C.

CUADRO 16: PROMEDIO DEL EFECTO DEL ACEITE DE OREGANO EN LA CONSERVACION DE LA CARNE DE CUY ENVASADO A VACIO RESPECTO A LA VARIACION DE INDICE DE PEROXIDOS (IP) meq/kg de grasa.

Tiempo (días)	IP meq/kg de grasa	
	SC	CC
0	2.48	2.49
7	2.91	2.74
14	5.74	3.19
21	8.31	3.65
28	9.74	4.61
35	10.58	6.32
42	11.02	8.58

SC : sin concentración de aceite de orégano

CC: con concentración de aceite de orégano

Se observa también el efecto producido por los tratamientos con/sin aceite de orégano, en la conservación de la carne de cuy sellado a vacío, durante su almacenamiento, mediante el control de índice de peróxidos (IP), desde 0 hasta los 42 días de almacenamiento, obtenidos a partir de la tabla 3 de anexos. Como se puede observar el dato con mayor índice de peróxidos es para el tratamiento **SC** (sin

concentración) a los 42 días de almacenamiento con 11.02 meq/Kg de grasa, para el tratamiento **CC** (con concentración), el máximo valor de índice de peróxidos a los 42 días de almacenamiento es de 8.58 meq/Kg de grasa, Codex Stam, (1999) menciona que el límite de consumo humano de índice de peróxidos para grasas animales es de 10 meq/kg de grasa, se puede mencionar que a los 42 días de almacenamiento las muestras sometidas al tratamiento **CC** (con concentración) se encuentra dentro del límite de consumo y las muestras sometidas al tratamiento sin orégano (SC) solo hasta el día 28 de almacenamiento estuvieron aptas para el consumo.

Respecto al incremento de IP en meq/kg de grasa de todas las muestras se podría mencionar que son provocados por la rancidez de las grasas. Fennema, (1993) señala que la rancidez o enranciamiento se usa para describir los diferentes mecanismos a través de los cuales se alteran los lípidos y se dividen en dos grupos: lipólisis o rancidez hidrolítica y autooxidación o rancidez oxidativa y puede ser determinada por el índice de peróxidos. Dieter y Grosh, (1988) y Berk, (1986) mencionan que el incremento de índice de peróxidos de la grasa de la carne de cuy, es generada por la autooxidación o rancidez oxidativa de las grasas, que consiste principalmente en la oxidación de los ácidos grasos insaturados, resultando al final, entre otros productos: peróxidos, hidroperóxidos, aldehídos, cetonas, alcoholes y ácidos. INIA, (2010) menciona que la grasa de cuy tiene 61.3 % de grasas insaturadas adecuadas para un rápido deterioro enzimático. Cheftel y Cheftel (1992) indica que las carnes blancas de algunos animales tales como el conejo, el cerdo y las aves son muy oxidables, más que los animales de carne roja, por que sus



constituyentes fosfolipídicos son los más ricos en ácidos grasos insaturados. El incremento del índice de peróxidos de la grasa de la carne de cuy puede ser debido a la presencia de trazas de metales los cuales iniciarían el proceso oxidativo. INIA, (2010) menciona que la carne de cuy tiene 1.9 mg de hierro en 100 g de carne. Cheftel y Cheftel, (1992) mencionan que el inicio de la oxidación de grasas y un posterior incremento de índice de peróxidos es debido a la catálisis por metales, el hierro y otras trazas metálicas que inician esta transformación en concentraciones menores de 1 ppm, los ácidos grasos libres solubilizan estos iones y facilitan su acción catalizadora pues provocan un mayor contacto con el lípido, el efecto principal de estas trazas metálicas es el de aumentar la velocidad de descomposición de los hidroperoxidos y de allí la generación de radicales libres.

CUADRO 17: ANVA PARA EL EFECTO DEL ACEITE DE OREGANO EN LA CONSERVACION DE LA CARNE DE CUY ENVASADO A VACIO RESPECTO A LA VARIACION DE INDICE DE PEROXIDOS. meq /Kg de grasa.

F. de V.	GL Sign.	SC	CM	Fc	5%	1%	
Trat. Con/Sin	1	79.07659295	79.07659295	278.32	4.19	7.63	**
Tiempo	6	279.01829530	46.50304922	163.68	2.44	3.52	**
Trat. * Tiempo	6	38.73265708	6.45544284	22.72	2.44	3.52	**
Error	28	7.95516667	0.28411309				
Total	41	404.78271290					

CV = 8.729

En el cuadro 17, muestra el análisis de varianza, para el efecto del aceite esencial de orégano en la conservación de la carne de cuy respecto a la variación de índice de peróxidos, se observa que existe

diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), para el factor Tratamiento (Con/Sin concentración de aceite de orégano), indica que la conservación de la carne de cuy respecto a la variación de índice de peróxidos, está directamente influenciada por la aplicación con/Sin concentración de aceite de orégano en la carne, por lo tanto esta variable interviene directamente en la conservación respecto a la variación de índice de peróxidos.

También se encontró que existe diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) para el factor tiempo (días de almacenamiento), la significancia indica que la conservación de la carne de cuy respecto a la variación de índice de peróxidos, está directamente influenciada por los días de almacenamiento, por lo tanto esta variable interviene directamente en la conservación respecto a la variación de índice de peróxidos.

CUADRO 18: PRUEBA DE DUNCAN PARA EL EFECTO DE LA CONCENTRACION DE ACEITE DE OREGANO EN LA CONSERVACION DE LA CARNE DE CUY ENVASADO A VACIO RESPECTO A LA VARIACION DE Índice de Peróxidos

Concentración	Promedio de Variación de Índice de Peróxidos (meq/kg grasa)	N	Duncan
SC	7.25	21	a
CC	4.51	21	b

En el cuadro 18 de la prueba de comparación de Duncan para el efecto de la concentración de aceite de orégano en la conservación de la carne de cuy y Fig.13 se observa que existe diferencias significativas en el tratamiento con /sin aceite de orégano, a la vez se ve que en el tratamiento **CC** (con concentración de aceite

de orégano 0.33%) tiene un promedio de variación de 4.51 meq/kg de grasa de índice de peróxidos y el tratamiento SC (sin concentración de aceite) tiene un promedio de variación de 7.25 meq/kg de grasa. De lo observado se puede mencionar que las muestras sometidas con tratamiento **CC** (con concentración) tiene un bajo índice de peróxidos. Este resultado podría deberse a que el aceite de orégano tiene efectos antioxidantes al retardar la oxidación de la grasa del producto. Dieter y Grosh, 1988 y Berk, (1986) mencionan que entre los antioxidantes naturales se cuenta con los aceites esenciales de las plantas, debido que estos cuentan con fenoles y tocoferoles, que tienen un poder antioxidante. Garcia, (1988) indica que los aceites esenciales son mezclas naturales de complejos que contienen entre 20 a 60 componentes diferentes, pero que se caracterizan por dos o tres componentes mayoritarios en concentraciones altas de 30 a 70 % del total de componentes. Con respecto a la capacidad antioxidante del orégano, Chaquilla, et al., (2008) señalan que el aceite esencial de orégano mexicano (*Lippia berlandieri* Schauer) al ser utilizado como antioxidante en aceite de oliva y aceite de soya mostró una efectividad en la reducción de la oxidación reflejada en sus valores de índice de peróxidos. La actividad antioxidante es en función a la concentración del aceite esencial, que esta constituida por los fenoles carvacrol y timol compuestos.

De la prueba de comparación de Duncan (cuadro 18) para el efecto de las concentraciones con y sin aceite de orégano, se observa que las muestras **SC** (Sin concentración de aceite) tienen un promedio de Variación de Índice de Peróxidos igual a 7.25 meq/kg grasa y las

muestras **CC** (Con concentración de aceite) tienen un promedio de variación de Índice de Peróxidos igual a 4.51 meq/kg grasa, mostrando que existe una diferencia significativa entre los dos promedios de IP. Lo que indica que la aplicación a las muestras con aceite esencial de orégano no se oxidó tanto como las muestras testigo y por lo tanto se puede mencionar que el aceite esencial de orégano es un antioxidante. Muñoz, (1996) y Morales, (1995) Mencionan que el aceite esencial de orégano constituye un antioxidante natural debido a la presencia de fenoles como el carvacrol con 10.9 % y timol con 5.59%, quienes participan en la captación de radicales libres. Tafurt et al., (2005) mencionan que La actividad antioxidante del aceite esencial de orégano se puede atribuir a la presencia de fenol carvacrol que ejerce actividad antioxidante similar al BHA.

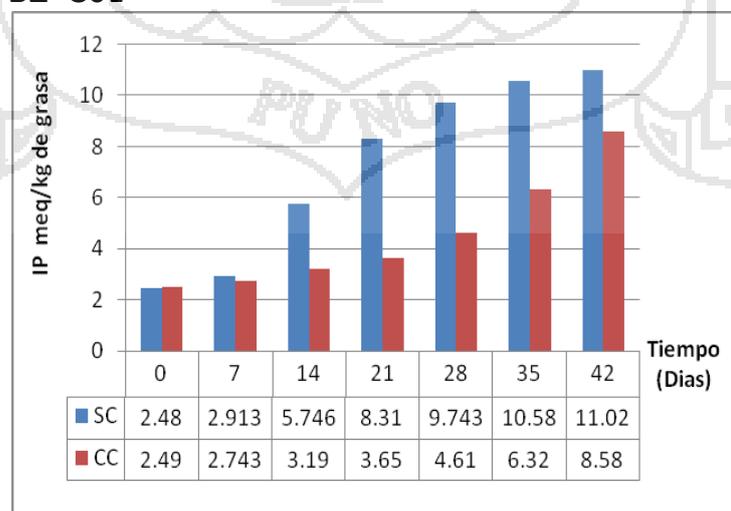
CUADRO 19: PRUEBA DE DUNCAN PARA EL EFECTO DEL TIEMPO EN LA CONSERVACION DE LA CARNE DE CUY ENVASADO A VACIO RESPECTO A LA VARIACION DE Índice de Peróxidos

Tiempo	Promedio de Variación de Índice de Peróxidos (meq/kg grasa)	N	Duncan
42	9.80	6	a
35	8.45	6	b
28	7.17	6	c
21	5.98	6	d
14	4.46	6	e
7	2.82	6	f
0	2.48	6	f

De la prueba de comparación de Duncan (cuadro 19) para el efecto del tiempo en la conservación de la carne de cuy, y en las fig.13 y 14, se observa que existen diferencias significativas en cuanto a los distintos

tiempos de almacenamiento desde los 0 hasta los 42 días de almacenamiento con respecto a la variación de IP, se observa que en el día 0 tiene un promedio de Variación de Índice de Peróxidos de 2.48 meq/kg grasa, el día 7 tiene un promedio de Variación de Índice de Peróxidos de 2.82 meq/kg grasa, el día 14 tiene un promedio de variación de Índice de Peróxidos de 4.46 meq/kg grasa, el día 21 tiene un promedio de variación de Índice de Peróxidos de 5.98 meq/kg grasa, el día 28 tiene un promedio de Variación de Índice de Peróxidos de 7.17 meq/kg grasa, el día 35 tiene un promedio de Variación de Índice de Peróxidos de 8.45 meq/kg grasa y el día 42 tiene un promedio de variación de Índice de Peróxidos de 9.80 meq/kg grasa. De lo observado se menciona que a mayor tiempo de almacenamiento la oxidación de las grasas es mayor por tanto al realizar un análisis de índice de peróxidos este será elevado. Dieter y Grosh, (1988) y mencionan que el acortamiento del periodo de prolongación en la generación de peróxidos es debido a la presencia de antioxidantes que interfieren en el proceso de formación de radicales libres y peróxidos.

FIG. 13. VARIACIÓN DE LOS DATOS DE INDICE DE PEROXIDOS (IP), CON Y SIN CONCENTRACIÓN DE ACEITE DE ORÉGANO. EN LA CARNE DE CUY



4.2.3. EFECTO DE LA VARIACIÓN DE RECuento DE Coliformes totales, EN LA CARNE DE CUY ENVASADO AL VACIO, CONSERVADO CON/SIN ACEITE DE OREGANO, ALMACENADO A 5°C

En el cuadro 20, muestra los resultados promedio del recuento de microorganismos Coliformes totales en ufc/g. de las muestras de carne de cuy con concentración de 0.33 % de aceite de orégano y sin concentración de aceite de orégano, a los 0, 7, 14, 21, 35 y 42 días de almacenamiento a 5°C.

CUADRO 20 : PROMEDIO DEL EFECTO DEL ACEITE DE OREGANO EN LA CONSERVACION DE LA CARNE DE CUY ENVASADO A VACIO RESPECTO AL RECuento DE COLIFORMES TOTALES ufc/g

Tiempo (Días)	Coliformes ufc/g	
	SC	CC
0	2×10^2	1×10^2
7	2×10^2	4
14	5×10^2	4
21	11×10^2	5
28	15×10^2	1×10^2
35	20×10^2	2×10^2
42	31×10^2	4×10^2

CC: con concentración de aceite de orégano con 0.33%

SC: sin concentración de aceite de orégano

Se observa que en el cuadro 20 y la figura 14, las muestras de carne de cuy con tratamiento **SC** (sin concentración) a los 0 días de almacenamiento tiene un promedio de 2×10^2 ufc/g de Coliformes totales, a los 7 días de almacenamiento tiene un promedio de 2×10^2 ufc/g de Coliformes totales, a los 14 días de almacenamiento tiene un promedio de 5×10^2 ufc/g de Coliformes totales, a los 21 días de almacenamiento tiene un promedio de 11×10^2 ufc/g Coliformes totales, a los 28 días de almacenamiento tiene un promedio 15×10^2 ufc/g de Coliformes totales, a los 35 días de



almacenamiento tiene un promedio de 20×10^2 ufc/g de Coliformes totales, a los 42 días de almacenamiento tiene un promedio de 31×10^2 ufc/g de Coliformes totales, también se observa que las muestras de carne de cuy con en el tratamiento **CC** (con concentración de aceite de orégano 0.33%) a los 0 días de almacenamiento tiene un promedio de 1×10^2 ufc/g de Coliformes totales, a los 7 días de almacenamiento tiene un promedio de 40 ufc/g de Coliformes totales, a los 14 días de almacenamiento tiene un promedio de 40 ufc/g de Coliformes totales, a los 21 días de almacenamiento tiene un promedio de 50 ufc/g Coliformes totales, a los 28 días de almacenamiento tiene un promedio 1×10^2 ufc/g de Coliformes totales, a los 35 días de almacenamiento tiene un promedio de 2×10^2 ufc/g de Coliformes totales, a los 42 días de almacenamiento tiene un promedio de 4×10^2 ufc/g de Coliformes totales.

CUADRO 21: ANVA PARA EL EFECTO DEL ACEITE DE OREGANO EN LA CONSERVACION DE LA CARNE DE CUY ENVASADO A VACIO RESPECTO A LA PROLIFERACION DE MICROORGANISMOS Coliformes Totales.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	5%	1%	Sign.
Trat. Con/sin	1	15.73406880	15.73406880	43.03	4.19	7.63	**
Tiempo	6	14.25146121	2.37524333	6.49	2.44	3.52	**
Trat.* Tiemp	6	3.85299905	0.64216650	1.75	2.44	3.52	NS
Error	28	10.23763916	0.36562997				

Del cuadro 21 Análisis de Varianza, para el efecto del aceite esencial de orégano en la variable conservación de la carne de cuy respecto a la proliferación de Coliformes totales, se observa que existe diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), para el factor Tratamiento (Con/Sin concentración de aceite de

orégano). La alta significancia del factor tratamiento indica que la conservación de la carne de cuy respecto a la proliferación de Coliformes totales, está directamente influenciada por la aplicación con/Sin concentración de aceite de orégano, por lo tanto esta variable interviene directamente en la conservación respecto a la proliferación de Coliformes totales.

También se encontró que existe diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) para el factor tiempo (días de almacenamiento). La alta significancia del factor tiempo indica que la conservación de la carne de cuy respecto a la proliferación de Coliformes totales, está directamente influenciada por los días de almacenamiento, por lo tanto esta variable interviene directamente en la conservación respecto a la proliferación de Coliformes totales.

CUADRO 22: PRUEBA DE DUNCAN PARA EL EFECTO DE LA CONCENTRACION DE ACEITE DE OREGANO EN LA CONSERVACION DE LA CARNE DE CUY ENVASADO A VACIO RESPECTO A LA PROLIFERACION DE MICROORGANISMOS Coliformes Totales

Concentración	Crecimiento promedio de coliformes (ufc/g)	N	Duncan
SC	7×10^2	21	a
CC	40	21	b

En el cuadro 22, se observa la prueba de comparación de Duncan para el efecto de tratamiento con/sin concentración de aceite de orégano en la conservación de la carne de cuy, se ve que el tratamiento **CC** (con concentración de aceite de orégano 0.33%) tiene un promedio de crecimiento de Coliformes totales de 7×10^2 ufc/g y el tratamiento SC (sin concentración de aceite) tiene un promedio de crecimiento de Coliformes totales

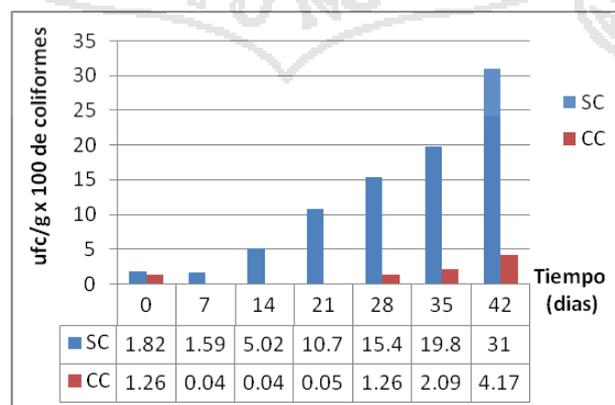
de 40 ufc/g, exponen una clara diferencia significativa entre las concentraciones de aplicación de aceite esencial de orégano en la conservación de la carne de cuy. Respecto a la proliferación de Coliformes totales se puede mencionar que el tratamiento con aceite de orégano tiene efecto antibacteriano debido a los compuestos fenólicos que cuenta el orégano. Morales, (1995) señala que el aceite de orégano contiene terpineoles, fenoles y compuestos relacionados metabólicamente con el carvacrol compuestos que tienen una actividad antimicrobiana frente a bacterias gram negativas como Enterobacterias (Coliformes). Madrid y Madrid, (2000) reportan que los puntos susceptibles de las células microbianas son la membrana celular, las enzimas, síntesis proteica, pared celular y sistema genético, por lo tanto es probable que exista una influencia directa de los compuestos fenólicos de la planta sobre estos puntos inhibiendo o inactivando la acción de los Coliformes. Morales, (1995) señala que la cantidad de carvacrol es de 10.9 % y timol 5.69% presentes en el aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*), Caps y Abril, (1999) menciona que son moléculas que poseen un poder bactericida, puesto que desarrollan una acción inhibidora, tanto por su composición química y como por los mecanismos de actuación, Adams y Moss, (1997) mencionan que se le denomina conservantes naturales a los componentes naturales de los alimentos que poseen actividad antimicrobiana tales como los aceites esenciales de las plantas. En el cuadro 23, Se observa la prueba de comparación de Duncan para el efecto de tiempo en la conservación de la carne de cuy, Se observa que a los 0 días de almacenamiento se tiene un conteo promedio de 1×10^2 ufc/g de coliformes, el día 7 se tiene un conteo

promedio de 27 ufc/g de coliformes, en el día 14 se tiene un conteo promedio de 48 ufc/g de coliformes, en el día 21 se tiene un conteo promedio de 79 x 10² ufc/g de coliformes, en el día 28 se tiene un conteo promedio de 4 x 10² ufc/g de coliformes, en el día 35 se tiene un conteo promedio de 6 x 10² ufc/g de coliformes y en el día 42 se tiene un conteo promedio de 11 x 10² ufc/g de coliformes. Y en las fig. 15 y 16 Se observa que estos datos exponen una clara diferencia significativa entre las concentraciones de aplicación de aceite esencial de orégano en la conservación de la carne de cuy.

CUADRO 23: PRUEBA DE DUNCAN PARA EL EFECTO DEL TIEMPO EN LA CONSERVACION DE LA CARNE DE CUY ENVASADO A VACIO RESPECTO A LA PROLIFERACION DE MICROORGANISMOS Coliformes Totales.

Tiempo	Crecimiento promedio de coliformes (ufc/g)	N	Duncan
42	11 x 10 ²	6	a
35	6 x 10 ²	6	b
28	4 x 10 ²	6	c
0	1 x 10 ²	6	de
21	79	6	e
14	48	6	ef
7	27	6	ef

Fig. 14 Variación de los datos de la proliferación de Coliformes totales, con y sin concentración de aceite de orégano. En la carne de cuy



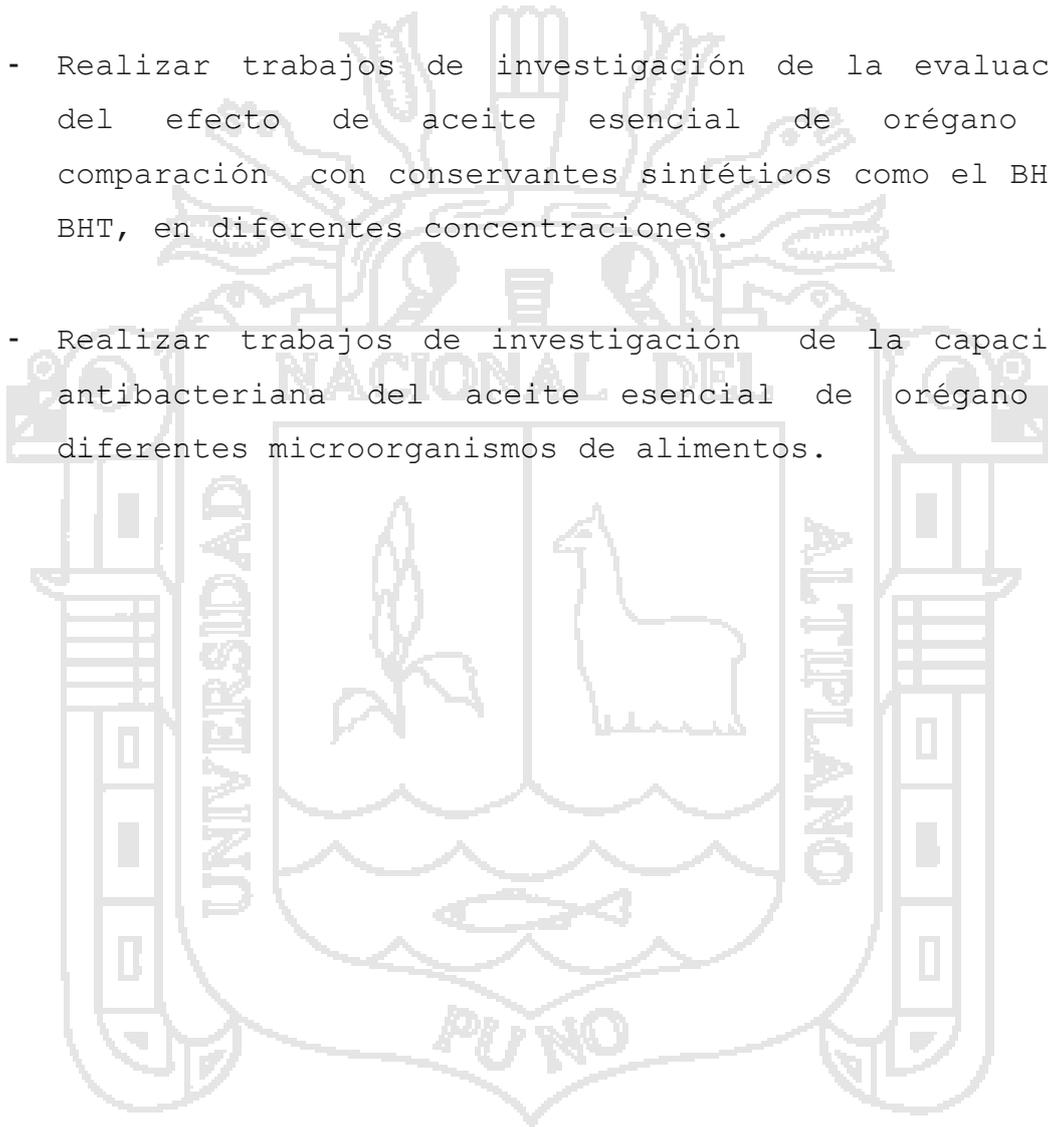
V. CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados y discusiones obtenidos, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El uso de aceite esencial de orégano como conservante, es responsable de la inhibición de Coliformes Totales y Aerobios Mesófilos Viables, consiguiéndose mejores resultados con la concentración de 0.33 % de aceite esencial de orégano, por exponer mejor sus componentes antimicrobianos atribuidos a los fenoles timol y carvacrol, en comparación a la muestra testigo y las muestras con concentraciones de 0.11 y 0.22 % de aceite esencial de orégano.
2. La adición de aceite esencial de orégano como conservante en concentración del 0.33% con respecto a la solución, en la carne de cuy sellado a vacío, con respecto a la variación de pH, variación de índice de peróxidos y proliferación de Coliformes totales, prolonga el tiempo de vida útil, por un tiempo de 28 días, aptos para el consumo humano.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar trabajos de investigación que incluyan la utilización de aceites esenciales del orégano y de otras especies vegetativas nativas, como conservantes en carne de alpaca.
- Realizar trabajos de investigación de la evaluación del efecto de aceite esencial de orégano en comparación con conservantes sintéticos como el BHA y BHT, en diferentes concentraciones.
- Realizar trabajos de investigación de la capacidad antibacteriana del aceite esencial de orégano en diferentes microorganismos de alimentos.



VII. BIBLIOGRAFIA:

- ADAMS M. R. Y MOSS M. O., 1997. Microbiología de los alimentos, Editorial Acribia, S. A. Zaragoza - España.
- A.O.A.C., 1990. Oficial Methods Of Analysis Of The Association Of Official Analytical Chemists: 965.331, 7^a ed. Ed. Helrich, K.; Arlington, VA. USA-1990.
- ALCAZAR, J. 2002. Diccionario técnico de industrias alimentarias. Cuzco- Perú.
- AVILA, L. y ZEA, W. 1995. Análisis multivariado aplicado a la investigación. Puno- Perú.
- BADUI, S. 1997. Química de los alimentos. Editorial Acribia. S.A Zaragoza, España
- BEM, Z. y HECHELMANN, H. 1996. Refrigeración y almacenamiento de la carne refrigerada, procesos microbiológicos. Editorial Acribia S.A Zaragoza, España.
- BENITEZ BETTY Y RANGIL LISBETH, 1997. Perfil del ácido graso de ave, cerdo y bovino. Revista científica, F.C.V. vol. VII N°03. Universidad Zuba Maracaibo, Estado de Zuba Venezuela. En línea ver, www.saber.ula.ve/bitstream/articulo3pdf (consulta 06 enero 2011)
- BUREAU, G. y MULTON, J. L. 1995. Embalaje de los alimentos de gran consumo; Ed. Acribia S.A. Zaragoza - España.
- BRODY, AARON. L. 1996. Envasado de alimentos en atmósferas Controladas, Modificadas y a vacío. Sexta edición, Editorial Acribia S.A. Zaragoza España.

- BROWN, M. H. Y BAID PARKER, 1982. Microbiología de los alimentos, publicación científica LTD- España.
- CARDENAS, F. y GIANNUZZI, L. 2005. Influencia del envasado en flora cárnica. La Industria Cárnica Latinoamericana
- CARBALLO, B. M. y LOPEZ, G. 1991. Manual de Bioquímica y tecnología de la carne. Ed. A Madrid Vicente Ediciones. Madrid - España.
- CARVAJAL, G y THILLI, G. 1988. Mutagenis activitt of the minthostachys mollis. In plans food for human nutrition. 30:105-114.
- CALDERO DEL MAR, E. 1978. El cuy. Introducción a la Cavicultura. Ediciones Agronómicas. Editorial Garcilazo S.A. Cuzco- Perú.
- CHAUCA, F. L. 2004. "Proyecto de sistema de producción de cuyes en el Perú. Fase 1 y II. INIA- CIID", Informe técnico final, Perú.
- CHEFTEL JEAN CLAUDE Y CHEFTEL HENRI., 1992. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Segunda edición, Editorial Acribia, S. A. Zaragoza - España
- CHOQUEHUANCA VICTOR, 2005. Guía de practicas de métodos de Análisis de microorganismos. Universidad Nacional del Altiplano- Puno - Perú
- CODEX ALIMENTARIUS, 1998. COMISION CONJUNTA FAO-OMS, Sección II: Definiciones, Directrices para el diseño de las medidas de control de los alimentos. Suplemento al volumen 1B. Roma, Italia. M-83. ISBN 92-5-304029-7.
- COLLURA ANTONIO Y STORTI NEGIDIO, 1971. Manual para el cultivo de plantas aromáticas. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, I.N.T.A. Buenos Aires - Argentina.

- DIETER, BELITZ HANS Y GROSH WERNER. 1988. Química de los alimentos. Segunda edición. Editorial, Acribia S.A. Zaragoza- España
- DOYLE, M., BEUCHAT, L. y MONTVILLE, T. 1997. Food Microbiology Fundamentals and Frontiers. ASM Press. Washington D.C.
- FENNEMA OWEN R., 1993. Química de los alimentos. Editorial, Acribia S.A. Zaragoza- España.
- FISHER, K. y PHILIPS, C. 2008. "Potential antimicrobial uses of essential oils in food: (en línea) Ver. [www.profitocoop.com.ar/act_cientifica / 20for-food.pdf](http://www.profitocoop.com.ar/act_cientifica/20for-food.pdf) (consulta, 30 de Junio del 2009).
- FORREST, J. ABERLE, E. Y CARBALLO, B. 1979. Fundamentos de las ciencias de la carne, Ed. Acribia S.A. Zaragoza- España
- FOOD AND AGRICULTURA ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 2001. Disponible en www.fao.org/documents/show_cdr.asp?DOCREP.htm. (Consultado el 20/08/2010).
- GALLO, C. 2003. Carnes de corte oscuro en bovinos. Vetermas, Editorial Alfa Beta Satiago- Chile
- GALLO, 1997. Efectos del manejo pre y post faenamamiento en la carne.III Jornadas de Buiatria. Editorial Alfa Beta, Satiago- Chile.
- GALLO, C. 1991. Carnes oscuras firmes y secas (DFD) y pálidas blandas y exudativas (PSE). Sus efectos en las carnes envasadas. Editorial Alfa Beta Satiago- Chile
- GARCIA, T., MARTIN R., SANZ, B., Y HERNANDEZ, P. 1995. Extensión de la vida útil de la carne fresca, envasado en atmosferas modificadas y utilización de bacterias lácticas. Revista Española de Ciencia y Tecnología de alimentos. Ediciones Aguilar S.A. Madrid España.

- GARCIA, H. 1988 Esencias naturales. Ediciones Aguilar. S.A. Madrid - España.
- GARCIA, P. Y TELLO, E. 1999. Microbiología de alimentos. Tajavi impresiones, Puno - Perú.
- GONZÁLES YOVANA, 2006. Actividad antibacteriana del aceite de *Origanum vulgare* comparado a medicamentos endodonticos frente a bacterias facultativas in vitro. (en línea) ver, www.fihu-diagnostico.org.perevista/números/2006/ene-mar/47-48.html (consulta 9nov. 2010)
- GRANDIN, T. 2000. El ganado y la carne oscura, como minimizar su impacto. Editorial Acribia. Zaragoza, España
- HAYES, P. 1993. Microbiología e higiene de los alimentos, 1ª edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España
- HERNADEZ, M., SILVA, R. y CATONGA A. 2008. "Aplicación de aceite esencial de orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) en carne de cerdo para su conservación, (en línea) ver, www.respyn.uanl.mx/especiales/2008/_maria_hernandez.pdf (consulta, 6 de Julio 2010)
- HILL, F. 1980. "Introducción a la Bioquímica de los Alimentos ", Edit. El Manual Moderno, S. A. México D.F.
- INTERNACIONAL COMISIÓN ON MICROBIOLOGY SPECIFICATION FOR FOOD (ICMSF). 1988. Microorganisms in Food 1, their significance and methods of enumeration. 2ª Edición. University of Toronto.
- INDECOPI, 2006. Norma técnica Peruana, Carne y productos carnicos, definiciones, clasificación y requisitos de las carcasas de cuy (*Cavia porcellus*), NTP 201.058-2006, Lima - Perú.

- INIA, 2004. Población de cuyes en Latinoamérica. (en línea) ver, <http://www.inia.gob.pe/genetica/informes/PINRZ%20Peru-2004b.pdf>, (consulta, 7 de enero 2011)
- INIA y ABARCA, B. L. 2004. Producción y manejo de cuyes. Instituto de Investigación Agraria, Estación Experimental, ILLPA-Puno, Perú.
- INIA, 2010. Composición química y nutrición de la carne de cuy. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria, Ministerio de Agricultura, Estación Experimental, ILLPA- Puno- Perú.
- ITURRIAGA, L. 2008. "Utilización de aceites esenciales en la conservación de alimentos". Área de Nuevas Tecnologías y Procesos. (en línea) ver, <http://www.alimentatec.com/muestrapaginaspdf>. (consulta, 28 de Junio del 2009).
- JOURNAL OF FOOD CIENCE, 1992. Conservación de productos alimenticios. USA.
- LABUZA, T. 1994. Departamento of food science and nutrition University of Minnesota.
- LAWRIE R. A. 1992. Avances de la ciencia de la carne. Ed. Acribia, Zaragoza - España.
- LAWRIE R. A. 1998. Ciencia de la carne. Ed. Acribia, Zaragoza - España.
- LOOK DE UGAZ, O. 1994. Investigación fitoquímica del aceite esencial. Editorial de Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima - Perú
- MADRID, V y MADRID, C. 2000. Los aditivos de los alimentos. Editorial Mundi-Prensa. Mexico D.F.
- MAMANI, P. j. 2004. Manual de zootecnia. Universidad Nacional del Altiplano Puno Perú.
- MINAG, 2007. Producción de orégano Peruano 2000 - 2006. Sistema de Información Agraria (Sisagri).(en línea) ver www.esan.edu.pe/

- publicaciones/Descargue%20el%20documento%20completo.pdf.
(consulta, 23 diciembre 2010)
- MORALES L. 1995. Estudio in Vitro de la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales de tres plantas del Perú. Tesis. UNMSM. Facultad de Biología. Lima - Perú
- MORENO, R. A. 1989. El cuy. 2da Ed. Lima, Universidad Nacional Agraria la Molina, Perú.
- MOSSEL, D. y QUEVEDO, F. 1992. Control microbiológico de los alimentos, métodos recomendados. Universidad Mayor de San Marcos, Centro Latinoamericano de enseñanza e investigación, Perú serie de monografías Cleiba.
- MUÑOZ FERNANDO. 1996. Plantas medicinales y aromáticas, estudio cultivo y procesado. Segunda edición. Ediciones Mundi Prensa S.A. México.
- PALEARI, M., BERETTA, G., GIGNI, E., PARINI, M., RASI, M., CRIVELLI, G. y BERTOLO, G. 1995. Electro estimulación con muy bajo voltaje y carne vacuna con características DFD. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España
- PARRY, R T. 1995. Envasado de los alimentos en atmósfera modificada, Editorial Madrid Vicente, Ediciones; Madrid - España.
- PALTRINIERI G. 1986. Carne y productos cárnicos, Ed. Acribia, Zaragoza - España.
- PRANDL O. 1997. Tecnología de industrias cárnicas. Ed. Acribia S.A., Zaragoza - España.
- RAMSBOTTOM J. 1986. Ciencia de la carne y productos carnicol. Ed. Acribia S.A., Zaragoza - España.
- SALCEDO HERRERA, EDWIN PAUL. 2006. Proyecto de investigación, Efecto del uso de hojas de muña como conservante y aromatizante en queso untable

- a partir de paste de suero lácteo, UNA- PUNO- PERU
- SCHMIDT HEBBEL, HERMANN 1984. Ciencia y tecnología de los alimentos. Editorial Alfa-Beta Santiago Chile.
- SCHILLINGER, U. y LÜCKE, F. 1991. El empleo de bacterias ácido lácticas como cultivos protectores en productos cárnicos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España
- SCHMIDT- HEBBEL, H. 1984. Carne y productos carnicos, su tecnología y análisis. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.
- SCHÖBITZ, R. 1991. Aspectos que influyen sobre la calidad y el tiempo de vida útil de la carne empacada al vacío. Informativo sobre carne y Productos Cárneos.
- TAFURT GEOVANNA, MARTINEZ JAIRO Y STASHENKO ELENA, 2005. Evaluación de la actividad antioxidante de aceites esenciales en emulsiones degradadas. Revista de química, Vol. 34- Colombia. (visitado Diciembre 2010), ver en www.revistas.unal.edu.co/index.php/article/aceite+esencial+de+oregano
- TELLEZ, V. J. 1992. Tecnología e Industrias Carnicas. Artes Grafías Espino. Lima- Perú.
- VARNAM ALAN. y SUTHERLAND JANE. 1998, Carne y productos Carnicol, Tecnología, química y microbiológica, Ed. Acribia S.A., Zaragoza - España.
- WIRTH, F. 1987. Tecnología para la transformación de carne de calidad anormal. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.
- WONG, D. 1995. Química de los Alimentos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.



ANEXO 01. DATOS DE pH DE LA CARNE DE CUY SELLADA AL VACÍO CON Y SIN ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO. ALMACENADO A 5°C
ANEXO 01. DATOS DE pH DE LA CARNE DE CUY SELLADA AL VACÍO CON Y SIN ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO. ALMACENADO A 5°C

Concentración	Tiempo (días)	Repetición	pH
SC	0	1	6.50
SC	0	2	6.46
SC	0	3	6.47
CC	0	1	6.48
CC	0	2	6.51
CC	0	3	6.48
SC	7	1	6.28
SC	7	2	6.26
SC	7	3	6.33
CC	7	1	6.47
CC	7	2	6.44
CC	7	3	6.44
SC	14	1	6.34
SC	14	2	6.31
SC	14	3	6.34
CC	14	1	6.43
CC	14	2	6.39
CC	14	3	6.45
SC	21	1	6.34
SC	21	2	6.32
SC	21	3	6.35
CC	21	1	6.32
CC	21	2	6.31
CC	21	3	6.29
SC	28	1	6.32
SC	28	2	6.35
SC	28	3	6.32
CC	28	1	6.31
CC	28	2	6.28
CC	28	3	6.31
SC	35	1	6.33
SC	35	2	6.34
SC	35	3	6.34
CC	35	1	6.32
CC	35	2	6.32
CC	35	3	6.31
SC	42	1	6.33
SC	42	2	6.31
SC	42	3	6.34
CC	42	1	6.34
CC	42	2	6.33
CC	42	3	6.33

Fuente: Elaboración propio

SC: Sin concentración de aceite de orégano

CC: Con concentración de aceite de orégano

ANEXO 02. DATOS DE ÍNDICE DE PERÓXIDOS IP DE LA CARNE DE CUY SELLADA AL VACÍO CON Y SIN ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO. ALMACENADO A 5°C

Concentración	Tiempo (días)	Repetición	meq/kg de grasa
SC	0	1	2.48
SC	0	2	2.50
SC	0	3	2.46
CC	0	1	2.56
CC	0	2	2.43
CC	0	3	2.48
SC	7	1	3.27
SC	7	2	3.27
SC	7	3	2.20
CC	7	1	2.79
CC	7	2	3.01
CC	7	3	2.43
SC	14	1	5.65
SC	14	2	5.12
SC	14	3	6.47
CC	14	1	3.14
CC	14	2	2.98
CC	14	3	3.45
SC	21	1	8.23
SC	21	2	8.67
SC	21	3	8.03
CC	21	1	3.54
CC	21	2	4.24
CC	21	3	3.17
SC	28	1	9.86
SC	28	2	9.06
SC	28	3	10.31
CC	28	1	4.13
CC	28	2	5.28
CC	28	3	4.42
SC	35	1	10.39
SC	35	2	11.02
SC	35	3	10.34
CC	35	1	6.28
CC	35	2	6.37
CC	35	3	6.31
SC	42	1	9.86
SC	42	2	11.33
SC	42	3	11.89
CC	42	1	8.97
CC	42	2	8.24
CC	42	3	8.53

Fuente: Elaboración propio

SC : Sin concentración de aceite de orégano

CC : Con concentración de aceite de orégano

ANEXO 03. DATOS DE RECUENTO DE COLIFORMES EN LA CARNE DE CUY SELLADA AL VACÍO CON Y SIN ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO. ALMACENADO A 5°C

Concentración	Tiempo (días)	Repetición	Ufc/g	
			x100	X1000
SC	0	1	3	0
SC	0	2	1	0
SC	0	3	2	0
CC	0	1	2	0
CC	0	2	1	0
CC	0	3	1	0
SC	7	1	2	0
SC	7	2	1	0
SC	7	3	2	0
CC	7	1	0	0
CC	7	2	0	0
CC	7	3	1	0
SC	14	1	3	0
SC	14	2	7	0
SC	14	3	6	0
CC	14	1	1	0
CC	14	2	0	0
CC	14	3	0	0
SC	21	1	14	1
SC	21	2	11	1
SC	21	3	8	0
CC	21	1	0	0
CC	21	2	2	0
CC	21	3	0	0
SC	28	1	12	1
SC	28	2	16	1
SC	28	3	19	1
CC	28	1	1	0
CC	28	2	1	0
CC	28	3	2	0
SC	35	1	25	1
SC	35	2	15	2
SC	35	3	21	2
CC	35	1	3	0
CC	35	2	1	0
CC	35	3	3	0
SC	42	1	36	4
SC	42	2	27	3
SC	42	3	29	2
CC	42	1	3	0
CC	42	2	6	0
CC	42	3	4	0

Fuente: Elaboración propio

SC: Sin concentración de aceite de orégano

CC: Con concentración de aceite de orégano

ANEXO 04. DATOS DE RECuento DE AEROBIOS MESOFILOS EN LA CARNE DE CUY SELLADO A VACÍO CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE ACEITE DE ORÉGANO. ALMACENADO A 30°C

Concentración (%)	Tiempo (horas)	Repetición	Ufc/g	
			X 100	X 1000
0	24	1	717	68
0	24	2	698	53
0	24	3	654	81
0	48	1	886	77
0	48	2	987	75
0	48	3	931	88
0.1	24	1	454	39
0.1	24	2	332	30
0.1	24	3	367	34
0.1	48	1	588	46
0.1	48	2	653	52
0.1	48	3	512	45
0.2	24	1	153	13
0.2	24	2	139	10
0.2	24	3	143	9
0.2	48	1	316	29
0.2	48	2	254	22
0.2	48	3	238	19
0.3	24	1	72	5
0.3	24	2	64	6
0.3	24	3	88	6
0.3	48	1	112	9
0.3	48	2	95	8
0.3	48	3	127	9

Fuente: Elaboración propio

ANEXO 05. DATOS DE RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES EN LA CARNE DE CUY SELLADO A VACÍO CON DIFERENTES CONCENTRACIONES ACEITE DE ORÉGANO. ALMACENADO A 30°C

Concentración	Tiempo (horas)	Repetición	Ufc/g	
			X 100	X 1000
0	24	1	36	3
0	24	2	42	3
0	24	3	31	2
0	48	1	45	4
0	48	2	57	5
0	48	3	48	3
0.1	24	1	29	2
0.1	24	2	18	2
0.1	24	3	16	1
0.1	48	1	25	1
0.1	48	2	27	2
0.1	48	3	28	2
0.2	24	1	8	0
0.2	24	2	6	0
0.2	24	3	5	0
0.2	48	1	9	0
0.2	48	2	11	0
0.2	48	3	6	0
0.3	24	1	3	0
0.3	24	2	3	0
0.3	24	3	4	0
0.3	48	1	7	1
0.3	48	2	4	0
0.3	48	3	5	0

Fuente: Elaboración propio

ANEXO 6. RESULTADOS DEL ANALISIS A LA MATERIA PRIMA:

Se determinó el peso promedio de las muestras durante el análisis químico y microbiológico de un total de 66 cuartos posteriores de la carcasa de cuy.

- Cuy raza Andina de 3 - 4 meses de edad:

Evaluación biométrica de la carne de cuy

TRAZA	PESO PROMEDIO
Carcasa de cuy entero	525 g.
Cuartos posteriores	142 g.
Cuartos anteriores	120.5 g.

Fuente: Elaboración propio

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LA CARNE DE CUY:

- pH: 6.48
- Índice de peróxidos 2.48 (meq. peróxidos/Kg de grasa)

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DE LA CARNE DE CUY:

- Numeración de Aerobios mesófilos viables: 23.6×10^3 ufc/g
- Numeración de Coliformes totales: 1.82×10^2 ufc/g

PESO TOTAL DE LA MUESTRA**OBJETIVO 1:**

- 24 partes posteriores de carne de cuy con peso promedio de 3.408 kg

OBJETIVO 2:

- 42 partes posteriores de carne de cuy con un peso promedio de 5.964 kg

ANEXO 7, RESULTADOS DEL USO DE HOJAS Y ACEITE DE OREGANO

Se utilizó hojas de orégano (*origanum vulgare*) en base seca provenientes de la Región de Tacna - Perú, con un peso promedio de 6 kg para la obtención de aceite esencial, utilizando un equipo de destilación por arrastre de vapor.

- se obtuvo un total de 95 ml de aceite esencial de orégano de 6 kg de hojas de orégano seco.
- Teniendo como rendimiento 1.583 % aproximadamente.

PARA OBJETIVO 1.

- muestra A1, es la muestra testigo
- muestra A2, con 0.11 % de **ae** y 99.89% de **ar**
852g de muestra en inmersión en 1704 ml de solución
(**ae** y **ar**) 1702.1 ml de **ar** y 1.9 ml de **ae**.
- muestra A3, con 0.22 % de **ae** y 99.78% de **ar**
852g de muestra en inmersión en 1704 ml de solución
(**ae** y **ar**) 1700.2 ml de **ar** y 3.8 ml de **ae**.
- muestra A4, con 0.33 % de **ae** y 99.67% de **ar**
852g de muestra en inmersión en 1704 ml de solución
(**ae** y **ar**) 1698.4 ml de **ar** y 5.6 ml de **ae**.

PARA OBJETIVO 2

- Muestra con 0.33 % de **ae** y 99.67% de **ar**
Peso de muestra promedio 5.964 kg en inmersión en
11928 ml de solución, con un uso de 39.36 ml de **ae**

ANEXO 8, GALERIA DE FOTOS

Foto 1, extracción de aceite de orégano



Foto 2, inmersión de muestras en solución



Foto 3, colocación de cod. A las placas



Foto 4, sellado a vacío



Foto 3, muestra con trat. SC a las 48 horas



Foto 4, muestra con trat. CC a las 48 horas



Foto 5, comparación de muestras



Foto 6, siembra en APC y Mc conke



Foto 7, presencia de coliformes



Foto 8, presencia de coliformes



Foto 9, transporte de muestras



Foto 10, medición de pH



Foto 11, almacenado a 5°C



Foto 12, secado de muestras a 50-55°C



Foto 13, muestra seca y triturada



Foto 14, preparación de muestras para IP



Foto 15, preparación de muestras para determinación de IP

