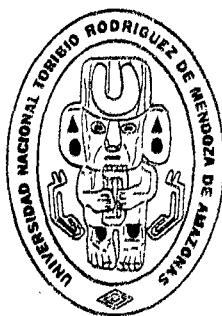


**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA”**  
**DE AMAZONAS**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**“Influencia fisicoquímica y microbiológica del extracto acuoso de ajo (*Allium sativum* L.) y orégano (*Origanum vulgare* L.) en el tiempo de conservación de carne fresca de porcino (*Sus scrofa domesticus*) almacenada en refrigeración y congelación”**

**TESIS**  
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**Autores: Br. DOMINIC DANISA TRUJILLO ALVARADO**  
**Br. IRMA ROSA ZABARBURU WEJIN**

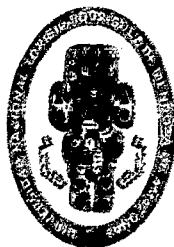
**Asesor: Blgo. Ms. C. JULIO MARIANO CHÁVEZ MILLA**

**CHACHAPOYAS - PERÚ**

**2010**

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA  
DE AMAZONAS**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**Influencia fisicoquímica y microbiológica del extracto acuoso de ajo (*Allium sativum* L.) y orégano (*Origanum vulgare* L.) en el tiempo de conservación de carne fresca de porcino (*Sus scrofa domesticus*) almacenada en refrigeración y congelación**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**Autores :Br. DOMINIC DANISA TRUJILLO ALVARADO**

**Br. IRMA ROSA ZABARBURU WEJIN**

**Asesor :Blgo. Ms. C. JULIO MARIANO CHÁVEZ MILLA**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2010**

## **DEDICATORIA**

A mis padres; Tomas Trujillo Angulo y Eudilia Alvarado Salon, por su invaluable apoyo, su amor infinito y por depositar su confianza en mi persona, para el cumplimiento de mis metas.

A mis hermanos Delicia, Anita, Litman y Jenrry, por brindarme su confianza y estar siempre a mi lado en el momento adecuado, contribuyendo así para mi realización profesional.

### **Danisa**

A mi padre Juan Zababurú Villacrés que desde el cielo guía mis pasos para poder lograr mis objetivos

A mi madre Doris Wejin Weepiu y mis hermanos por darme su amor y apoyo incondicional al mismo tiempo ser el motivo para mi superación

**Irma**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios ante todo.

**Al Blgo. Ms.C. Julio Mariano Chávez Milla**, por su invaluable dedicación al guiarnos en la elaboración del presente trabajo de investigación, por la confianza y amistad sincera que nos brinda día a día.

**Al Ing. Ives Yoplac Tafur**, por habernos apoyado en la ejecución del proyecto de tesis especialmente en lo que concierne a la evaluación microbiológica y sensorial.

**Al Ing. Miguel Angel Garcia Torres, Ing. Víctor Olivares Muñoz y Edisom Cotrina Flores**, por haber contribuido en la evaluación organoléptica de la carne como panelistas.

**A la Lic. Mariel Choton Calvo** por guiarnos en el análisis estadístico de los resultados de la presente investigación

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**Dr. VICENTE MARINO CASTAÑEDA CHÁVEZ**

**Rector**

**Ing. Ms.C. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN**

**Vicerrector Académico**

**Dr. FLOR TERESA GARCÍA HUAMAN**

**Vicerrector Administrativo**

**Ing. Ms.C. GUILLERMO IDROGO VÁSQUEZ**

**Responsable de la Facultad de Ingeniería**

## VISTO BUENO DEL ASESOR

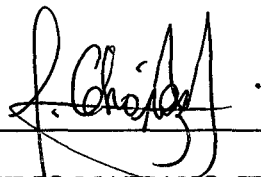
Yo, Blgo. Ms. C. Julio Mariano Chávez Milla, identificado con DNI N° 32796959, docente de la carrera profesional de ingeniería agroindustrial con categoría de asociado, asesor de la tesis:

“Influencia fisicoquímica y microbiológica del extracto acuoso de ajo (*Allium sativum* L.) y orégano (*Origanum vulgare* L) en el tiempo de conservación de carne fresca de porcino (*Sus scrofa domesticus*) almacenada en refrigeración y congelación”,  
presentado por las bachilleres:

- Br. DOMINIC DANISA TRUJILLO ALVARADO
- Br. IRMA ROSA ZABARBURÚ WEJIN

Habiendo revisado el informe final de la tesis en mención, doy la conformidad y el visto bueno para continuar con sus trámites correspondientes.

Chachapoyas, Enero del 2010

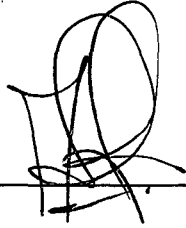


---

**Blgo. Ms. C. JULIO MARIANO CHÁVEZ MILLA**

**ASESOR DE TESIS**

**JURADO CALIFICADOR**



---

**Ing. ERIK ALDO AUQUÍNIVIN SILVA**

**PRESIDENTE**



---

**Blgo. OSCAR ANDRES GAMARRA TORRES**

**SECRETARIO**



---

**Ing. EFRAIN MANUELITO CASTRO ALAYO**

**VOCAL**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pag.
DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS	ii
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS	iii
VISTO BUENO DEL ASESOR	iv
JURADO CALIFICADOR	v
INDICE DE CONTENIDOS	vi
INDICE DE ANEXOS	ix
INDICE DE TABLAS	x
INDICES DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Características generales del ajo ( <i>Allium sativum</i> L.)	3
1.1.1 Taxonomía	3
1.1.2 Importancia del ajo ( <i>Allium sativum</i> L.)	4
1.1.3 Composición química del ajo	5
1.2 Características generales del orégano ( <i>Origanum vulgare</i> L.)	6
1.2.1 Taxonomía	6
1.2.2 Importancia del orégano ( <i>Origanum vulgare</i> L.)	7
1.2.3 Composición química del orégano	8
1.3 Características generales de la carne de porcino ( <i>Sus scrofa domestica</i> )	9



1.3.1	Taxonomía	9
1.3.2	Importancia de la carne de porcino	10
1.3.3	Congelación de la carne	11
II	MATERIAL Y METODO	12
2.1	Material biológico	12
2.2	Obtención de muestras de ajo y orégano	12
2.3	Obtención de los extractos acuosos	12
2.3.1	Extracto acuoso de ajo	13
2.3.2	Extracto acuoso de orégano	15
2.4	Evaluación de la acción conservante de los extractos acuosos de ajo y orégano en carne fresca de porcino	19
2.4.1	Acondicionamiento y adición de los extractos acuosos de ajo y orégano a la carne fresca de porcino	19
2.4.2	Análisis fisicoquímico	21
2.4.3	Análisis microbiológico	21
2.4.4	Análisis sensorial	21
2.5	Análisis estadístico	23
2.5.1	Evaluación de la acción conservante de los extractos acuosos de ajo y orégano en carne fresca de porcino	23
a.	Análisis fisicoquímico de la carne fresca de porcino	23
b.	Análisis microbiológico de la carne fresca de porcino	24
c.	Análisis sensorial de la carne fresca de porcino	26
III	RESULTADOS	29
3.1	Evaluación de la acción conservante de los extractos acuosos de ajo y orégano en carne fresca de porcino	29

3.1.1	Análisis fisicoquímico	29
3.1.2	Análisis microbiológico	34
3.1.3	Análisis sensorial	43
IV	DISCUSION	50
4.1	Calidad fisicoquímica	50
4.2	Calidad microbiológica	51
4.3	Calidad sensorial	55
V	CONCLUSIONES	58
VI	RECOMENDACIONES	59
VII	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

## ÍNDICE DE ANEXOS

		Pag.
ANEXO A	Fotografías de la obtención de los extractos acuosos	123
ANEXO B	Fotografías del análisis fisicoquímico de la carne de porcino	124
ANEXO C	Fotografías del análisis microbiológico de la carne de porcino	125
ANEXO D	Fotografías del análisis sensorial de la carne de porcino	126
ANEXO E	Fichas de análisis sensorial	128
ANEXO F	Escala de colores de carne de cerdo	131
ANEXO G	Análisis de varianza (ANVA) de los resultados obtenidos	132
ANEXO H	Resultados obtenidos con la comparación de medias Tuckey y Dunnet	137
ANEXO I	Metodología utilizada para el análisis fisicoquímico	138
ANEXO J	Metodología utilizada para el análisis microbiológico	

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla N° 01. Composición nutricional de la carne de porcino	10
Tabla N° 02. Puntuaciones utilizadas en el análisis sensorial	22
Tabla G.1 ANVA. Variación del pH de la carne fresca de porcino.	75
Tabla G.2 ANVA. Variación del % de ácido láctico en carne fresca de Porcino	75
Tabla G.3 ANVA. Recuento de bacterias aerobios mesófilos (UFC/g) en carne fresca de porcino	76
Tabla G.4 ANVA. Recuento de <i>E-coli</i> (UFC/g) en carne fresca de porcino	76
Tabla G.5 ANVA. Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g) carne fresca de porcino	77
Tabla G.6 ANVA. Recuento de <i>Salmonella shigella</i> (UFC/g) carne fresca de porcino	77
Tabla G.7 ANVA. Puntuaciones sensoriales de variación de color en carne fresca de porcino	78
Tabla G.8 ANVA. Puntuaciones sensoriales de variación de olor en carne fresca de porcino	78
Tabla G.9 ANVA. Puntuaciones sensoriales de variación de textura en carne fresca de porcino	79
Tabla H.1 Evaluación de los niveles de pH en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C	80
Tabla H.2 Variación del % de ácido láctico en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en	

	refrigeración a 4°C y congelación a -12°C	81
Tabla H.3.	Recuento de mesófilos aerobios UFC/g en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y en congelación a -12°C	82
Tabla H.4.	Recuento de <i>Escherichia coli</i> (UFC/g) en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y en congelación a -12°C	83
Tabla H.5	Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g) en la carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano. almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C	84
Tabla H.6	Recuento de <i>Salmonella shigella</i> (UFC/g) en la carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C.	85
Tabla H.8	Variación del color en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C	86
Tabla H.9.	Variación del olor en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C	87
Tabla H.9.	Variación de la textura en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C	88

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag
Fig. N° 01. Ruta de la alicina (Carretero, 2000)	6
Fig. N° 02. Estructura química de los principales componentes del orégano	8
Fig. N° 03. Diagrama de flujo del extracto acuoso de ajo	17
Fig. N° 04. Diagrama de flujo del extracto acuoso de orégano	18
Fig. N° 05. Evaluación de la variación de los niveles de pH en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C durante 30 días.	32
Fig. N° 06. Evaluación de la variación del % de ácido láctico en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C durante 30 días.	33
Fig. N° 07. Evaluación del crecimiento de mesófilos aerobios en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración 4°C y congelación a -12°C durante 30 días.	39
Fig. N° 08. Evaluación del crecimiento de <i>Escherichia coli</i> en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración 4°C y congelación a -12°C durante 30 días	40
Fig. N° 09. Evaluación del crecimiento de <i>Staphylococcus aureus</i> en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C durante 30 días	41
Fig. N° 10. Evaluación del crecimiento de <i>Salmonella shigella</i> en la carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C durante 30 días	42

- Fig. Nº 11. Evaluación de la variación del color en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C durante 30 días. 47
- Fig. Nº 12. Evaluación de la variación del olor en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C durante 30 días. 48
- Fig. Nº 13. Evaluación de la variación de la textura en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C durante 30 días. 49

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se evaluó la acción conservante de los extractos acuosos de ajo (*Allium sativum* L.) y orégano (*Origanum vulgare* L.) a diferentes concentraciones en carne de porcino (*Sus scrofa domesticus*) almacenada a temperatura de refrigeración (4°C) y congelación (-12°C). Para la obtención del extracto acuoso de orégano se utilizó el equipo de reflujo, cuyo principio de funcionamiento se basa en la concentración de vapores a volumen constante, en este caso, de las hojas frescas de orégano. La obtención del extracto acuoso de ajo se realizó en dos partes, la primera utilizando el equipo de reflujo y la otra parte se obtuvo mediante el licuado de los bulbos, esto para evitar la desnaturalización de la alicina y la aliína presentes en el ajo, luego se mezcló las dos partes; posteriormente se procedió a un filtrado para obtener el extracto exento de impurezas.

Para evaluar la acción conservante de los extractos acuosos de ajo y orégano en la carne de porcino se realizó una evaluación fisicoquímica (pH y acidez), microbiológica (recuento de mesófilos aerobios, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella shigella*) y sensorial (color olor y textura, las que se realizaron mediante una prueba de escala hedónica con jueces entrenados).

Las muestras tratadas con extractos acuosos de ajo y orégano a concentraciones de 100% y 70% almacenadas a temperatura de congelación y evaluadas durante 30 días, presentaron los mejores resultados en cuanto a la calidad fisicoquímica y microbiológica, además de los niveles de significancia más altos según las pruebas de comparaciones de medias Tuckey ( $p \leq 0.05$ ) y Dunnet ( $p \leq 0.05$ ).

**Palabras clave:** *Allium sativum* L, *Origanum vulgare* L, *Sus scrofa domesticus*, extracto acuoso.



## ABSTRACT

In the present work of investigation there was evaluated the preserving action (share) of the aqueous extracts of garlic (*Allium sativum* L.) and oregano (*Origanum vulgare* L.) to different concentrations in pork (*Sus scrofa domesticus*) stored to temperature of refrigeration (4°C) and freezing (-12°C). For the obtaining of the watery extract of oregano there was in use the equipment of reflux, which principle of functioning is based on the steam concentration to constant volume, on this case, of the fresh leaves of oregano. The obtaining of the watery extract of garlic was realized in two parts, the first one using the equipment of reflux and another part was obtained by means of the liquefied one of the bulbs, this to avoid the denaturalization of the alicina and the aliina present in the garlic, then mix both parts; later one proceeded to the filtered one to obtain the extract exempt from impurities.

To evaluate the preserving action of the watery extracts of garlic and oregano in the pork there was realized a physicochemical evaluation (pH and acidity), microbiological (recount of mesófilos aerobic, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Salmonella Shigella*) and sensory (color smell and texture, which were realized by means of a test on a large scale hedónica by trained judges).

The samples treated with watery extracts of garlic and oregano to concentrations of 100 % and 70 % stored to temperature of freezing and evaluated for 30 days, presented the best results as for the physicochemical and microbiological quality, besides the levels of significancia more high places according to the tests of comparisons of averages Tuckey ( $p = 0.05$ ) and Dunnet ( $p = 0.05$ ).

**Key words:** *Allium sativum* L, *Origanum vulgare* L, *Sus scrofa domesticus*, watery extract

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la industria alimentaria utiliza mayormente conservantes sintéticos que consisten principalmente en sales de sodio, potasio, magnesio u otras, este tipo de conservantes artificiales si bien han ampliado grandemente la vida útil de los productos alimentarios, no son aptos para aquellas personas que padecen de hipertensión arterial o problemas renales. Por ello las nuevas tendencias de la población es el consumo de productos naturales, variedades de alimentos frescos, mínimamente procesados y con conservantes naturales que brinden una garantía de seguridad absoluta; este interés de los consumidores hacen de las tendencias de la industria alimentaria a optar por los conservantes naturales, como es el caso de antioxidantes y bactericidas procedentes de extractos y aceites esenciales de ciertas especias como ajo, orégano, laurel, canela, etc. (Forsythe, 2003).

En nuestro país las hierbas y las especias han sido empleadas durante siglos para aumentar la vida útil de los alimentos. Diversos han sido los estudios tendentes a demostrar la actividad antimicrobiana de este tipo de sustancias, entre ellas se ha descrito su poder antioxidante, especialmente del tomillo, el orégano y el ajo, plantas empleadas para el especiado de alimentos en la cuenca mediterránea, y que constituyen una parte importante de la tradición culinaria en nuestro país (Rodríguez, 2003).

En los últimos tiempos se está considerando la suplementación de conservantes químicos con antioxidantes naturales, especialmente en productos sensibles, como pescado graso, carne y cualquier otro, sobre todo si se comercializa congelado. Añadir aceites esenciales no necesitaría diseñar acciones tecnológicas especiales, ya que los extractos de plantas se disuelven en la propia estructura del alimento, especialmente en las membranas celulares;

como alternativa a dichos conservantes, la obtención de extractos vegetales con actividad antioxidante se ha centrado principalmente en las especias y hierbas para condimentar. Las principales fuentes de este tipo de productos, en la escala industrial, son el romero, el ajo, el orégano, la salvia y el culantro. (Rodríguez, *et al.*, 2003).

La carne de porcino es altamente susceptible al deterioro por su actividad de agua alta, pH casi neutro y su alto contenido en nutrientes, que favorecen el crecimiento microbiano que causan el deterioro. (Cheftel y Cheftel, 1997).

Los antioxidantes naturales se emplean como aditivos para la conservación de los alimentos y su misión principal es evitar la oxidación del alimento al que se aplica, generalmente productos con sustancias grasas como la carne. (Valcárcel, *et al.*, 2008).

En nuestra Región Amazonas las técnicas de conservación de carne más utilizadas son la refrigeración y secado, por otro lado las especias y condimentos añadidos a los productos cárnicos no se encuentran en cantidades suficientes como para actuar de conservadores. (Roatta, 2002). Teniendo en consideración lo dicho, nace la idea de realizar esta investigación con el objetivo de buscar otra alternativa para prolongar la vida útil y mejorar la calidad de la carne fresca de porcino mediante la adición de conservantes naturales obtenidos a partir de especias que se pueden producir en nuestra Región por el clima que le favorece.

## 1.1. Características generales del ajo (*Allium sativum* L.)

### 1.1.1. Taxonomía

El ajo es parte de la familia de las Liliáceae y el bulbo es de una planta semejante al lirio del cual las hojas crecen hasta 50-60 cm, está constituido de diferentes dientes recubiertos de una película blanca, tiene raíces fibrosas, tronco verde y liso, las flores blancas o rosadas brotan al final del verano. Originario, probablemente del Asia, ahora crece bien en todas las regiones en clima temperado.

Mostacero, *et al.*2002. Menciona a Adolph Engler, 1964. Ubica al Ajo en la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Plantae

Sub – reino: Fanerogamas

División: Angiospermae

Clase: Dicotyledoneae

Sub – clase 1<sup>a</sup> Archichlamydeae

Orden: Liliales

Familia: Liliaceae

Genero: *Allium*

Especie: *sativum*

**Nombre científico:** *Allium sativum* L.

### **1.1.2. Importancia del ajo (*Allium sativum* L.)**

El ajo crudo tiene propiedades antisépticas, antifúngicas, antibacterianas, antiparasitarias e insecticidas, debido a que contiene un compuesto sulfurado volátil llamado alíña que se transforma en alicina, y es responsable de su fuerte olor (ICMSF, 2001).

El ajo tiene también gran importancia en la gastronomía nacional, cocina china, francesa, mexicana, entre otras pues se ha coronado como ingrediente principal en muchas recetas como guisos, sopas de ajo y ensaladas, muchas de ellas son inconcebibles sin el ajo, sobre todo en la dieta mediterránea (Holistica, 2000)

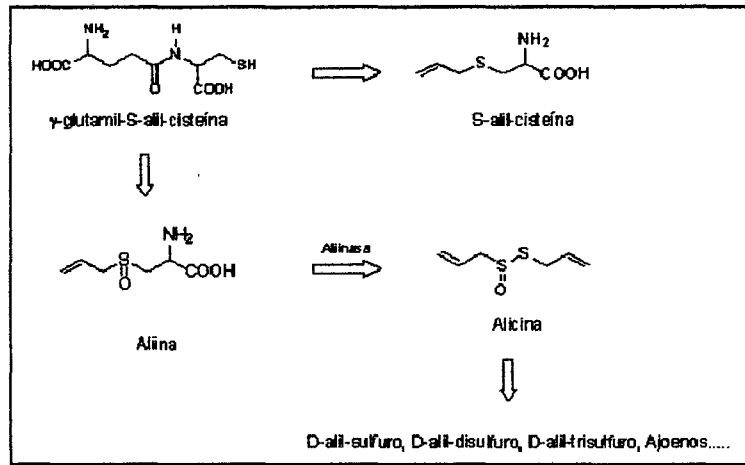
Parece ser que aunque todos los componentes del ajo poseen actividad antioxidante, los componentes con mayor capacidad podrían ser S-alil-cisteína y alicina, y también se sugiere que el efecto antioxidante es dependiente de la dosis y el tiempo. Se ha visto que son eficaces para inhibir la formación de radicales libres, refuerzan el mecanismo de captación de radicales endógenos, aumentan las enzimas antioxidantes celulares, protegen las lipoproteínas de baja densidad de la oxidación por los radicales libres (López, 2009)

Se ha demostrado, que la alicina es activa contra bacterias gram positivas y gram negativas, aunque en esta acción parece que también contribuyen los ajoenos y el trisulfuro de dialilo. El ajo es, antifúngico, ya que ha demostrado su actividad frente a *Candida* y otros hongos, con una eficacia similar al clotrimazol en la eliminación de los síntomas clínicos de la candidiasis oral (López, 2009).

### 1.1.3. Composición química del ajo

El ajo contiene numerosos componentes activos, destacando sus compuestos azufrados. En el bulbo de ajo intacto se ha identificado g-glutamyl-S-allyl cysteine, éste compuesto se hidroliza y oxida dando lugar a aliina (sulfóxido de S-2-propenyl-L-cysteína o de S-allyl L-cysteína), sustancia inodora e inestable, se transforma en alicina y otros compuestos azufrados (tiosulfatos), por la acción de la enzima aliinasa, se han detectado además otros muchos compuestos azufrados solubles en medio acuoso como son los sulfóxidos S-metil-L-cisteína y S-propenyl-S-cisteína, S-glutathione, g-glutamyl-S-allyl cysteine, y g -glutamyl-S-allyl-mercapto-L-cisteína, éstos últimos son muy inestables y se transforman con extrema rapidez en otros compuestos órgano sulfurados: sulfuro de dialilo, disulfuro de dialilo (mayoritario en la esencia de ajo), trisulfuro de dialilo y ajoenos, todos ellos solubles en medio oleoso. (Carretero, 2000)

Se considera que 1 mg de aliina equivale a 0,45 mg de alicina. Las preparaciones comerciales de ajo normalmente se estandarizan según el contenido de los compuestos azufrados, particularmente de aliina, o del rendimiento de alicina. Además, en el bulbo de ajo se encuentran sales minerales (selenio), azúcares, lípidos, aminoácidos esenciales, saponósidos, terpenos, vitaminas, enzimas, flavonoides y otros compuestos fenólicos. También se considera que contiene aceite esencial (debido a la formación de los compuestos azufrados volátiles), aunque éste no se encuentra preformado en el fármaco (López, 2009).



**Fig N° 01.** Ruta de la alicina (Carretero, 2000)

## 1.2. Características generales del orégano (*Origanum vulgare* L.)

### 1.2.1. Taxonomía

El orégano es una planta que forma un pequeño arbusto de unos 45 cm. de alto.

Según Mostacero, et al. 2002. Menciona a Adolph Engler, 1964. Ubica al orégano en la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Plantae

Sub – reino: Fanerogamas

División: Angiospermae

Clase: Dicotyledoneae

Sub – clase 2 a Metachlamydeae

Orden: Tubiflorae

Familia: Lamiaceae

Genero: *Origanum*

Especie: *vulgare*

**Nombre científico: *Origanum vulgare* L.**

### 1.2.2. Importancia del orégano (*Origanum vulgare* L.)

La utilización que se da en la actualidad al orégano es amplia, dentro de ellas tenemos: industria culinaria (sazonadores y condimentos de diferentes platos peruanos y mediterráneos), farmacéutica (antiespasmódico, antimutagénico y anticarcinogénico), y cosmética (productos de tocador) (Arcila, *et al.*, 2004).

El orégano y sus derivados han sido estudiados por sus efectos antimicrobianos; en particular, esta efectividad se atribuye a dos compuestos presentes en su aceite esencial, carvacrol y timol, los cuales inhiben a los microorganismos patógenos (Aligiannis, *et al.*, 2001; Lambert, *et al.*, 2001; Arcila, *et al.*, 2004; Santoyo, *et al.*, 2006 citado en Paredes, *et al.*, 2007).

Se han realizado muchas investigaciones sobre la eficacia de las especias para retardar el crecimiento de bacterias patógenas y otros microorganismos causantes de intoxicaciones alimentarias. El resultado de estas investigaciones confirman que el aceite esencial del orégano posee actividad antimicrobiana frente a bacterias gram negativas como *Escherichia coli* y *Salmonella* (Hirasa y Takemasa, 2002) y sobre bacterias gram positivas como *Staphylococcus aureus* y *Bacillus cereus*, entre otros (Pearson y Marth, 1999).

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 (Aligiannis, *et al.*, 2001; Lambert, *et al.*, 2001; Arcila, *et al.*, 2004; Santoyo, *et al.*, 2006 citado en Paredes, *et al.*, 2007).



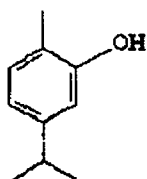
### 1.2.3. Composición química del orégano

Toda la planta posee unas pequeñas glándulas donde está contenida la esencia aromática de color amarillo limón, compuesta por un estearopteno y dos tipos de fenoles, como mayoritario el carvacrol y en menor proporción el timol. Las raíces contienen estaquiosa y los tallos sustancias tánicas (Semarnat, 2001 citado en Ku, 2008).

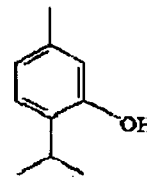
Los compuestos mayoritarios encontrados en el *Origanum vulgare* L. son el carvacrol, timol, *p*-cimeno, y  $\gamma$ -terpineno, aunque en diversos estudios realizados por cromatografía de gases/espectrometría de masas se han identificado de 16 a 56 compuestos diferentes (Russo, *et al.*, 1998; Milos, *et al.*, 2000; Aligiannis, *et al.*, 2001, citados en Arcila, *et al.*, 2004).

Existen diversos estudios sobre la composición química del orégano, han usado extractos acuosos y sus aceites esenciales (Pascual *et al.*, citados en Arcila *et al.*, 2004). Y se han identificado flavonoides como la apigenina y la luteolina, agliconas, alcoholes alifáticos, compuestos terpéneos y derivados del fenilpropano (Justasen, *et al.*, 2001 citados en Arcila, *et al.*, 2004).

**Carvacrol**



**Timol**



**Fig. N° 02.** Estructura química de los principales componentes del orégano

El timol (2-isopropil-5-metilfenol) es una sustancia cristalina incolora con un olor característico que esta presente en la naturaleza de los aceites esenciales del tomillo o del orégano, pertenece al grupo de los terpenos, un isómero del timol es el carvacrol (Aligiannis, *et al.*, 2001; Lambert, *et al.*, 2001; Arcila, *et al.*, 2004; Santoyo, *et al.*, 2006 citado en Paredes, *et al.*, 2007).

El orégano es también una fuente potencial de vitamina C y de otros compuestos antioxidantes como los carotenoides; en el *Origanum. Vulgare* L se ha encontrado un contenido de ácido ascórbico, de luteína, y de zeaxantina (Caluccil, *et al.*, 2003 citado en Arcila, *et al.*, 2004).

### **1.3. Características generales de la carne de porcino (*Sus scrofa domesticus*)**

#### **1.3.1. Taxonomía**

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Mammalia

Orden: Artiodactyla

Familia: Suidae

Género: Sus

Especie: S. scrofa

Subespecie: S. s. domesticus

Nombre común: porcino, cerdo

**Nombre científico:** *Sus scrofa domesticus*

El cerdo o porcino es una de las especies de gran interés zootécnico y de mayor importancia carnicera por su alto rendimiento en carcasa (Ranken, 2003). En el Perú hay una diversidad de razas de cerdo: El Criollo, Duroc, Hampshire, Yorkshire, el Landrace entre otros (Molina y Ruedas, 2004).

### **1.3.2. Importancia de la carne de porcino**

La carne de cerdo es una excelente fuente de proteínas, energía, vitaminas, complejo B, algunos minerales como el fósforo, hierro y zinc; como se muestra en la tabla N° 01. Tiene en promedio un porcentaje mayor en grasa que en otras especies esta se encuentra localizada subcutáneamente, lo cual facilita su superación del tejido muscular quedando al final una carne magra tierna y muy nutritiva. La grasa de infiltración en esta especie es 2.5 %, a 3.5% (Ranken 2003).

**Tabla N° 01: Composición nutricional de la carne de porcino**

<b>Componente químico</b>	<b>Graso (%)</b>	<b>Magro (%)</b>
Agua	52	71
Grasa	32	8
Sales Minerales	0.8	1.0
Proteína	15	19.6
Carbohidratos	0.2	0.4

Fuente: Ranken, 2003.

Se denomina carne fresca a la parte muscular comestible de los animales de abasto, sacrificados y faenados en condiciones higiénicas, que solo ha sufrido las manipulaciones propias del faenado (Calderón, 2000).

La importancia de la carne como portadora de vitaminas, se basa primeramente en la presencia en ella de las pertenecientes al grupo B. la carne suministra también vitaminas liposolubles, las más importantes y más conocidas del grupo B son la tiamina (B<sub>1</sub>), la riboflavina (B<sub>2</sub>), de las cuales en la carne de cerdo la tiamina se encuentra en mayor porcentaje. (Niinivaara y Antilla, 1973).

### **1.3.3. Congelación de la carne**

La carne comienza a congelarse a -1.5 ° C aproximadamente y a los -2.5 ° C la mitad del líquido de la carne suele estar congelado. La congelación determina una cierta disminución de los microorganismos especialmente de las bacterias gram negativas (ICMSF, 2001).

Durante la congelación tiene lugar la mayor parte de la caída de los recuentos de los microorganismos viables, pero durante el almacenamiento en congelación también van muriendo bacterias con el transcurso del tiempo. (Noskova, 1972).

La actividad de las enzimas disminuye al disminuir la temperatura. La causa de la pérdida de la actividad de las enzimas al descender la temperatura obedece en caso de las enzimas microbianas a que, con temperaturas suficientemente bajas se suspende la multiplicación de los gérmenes formadores de enzimas (pero no su metabolismo); la actividad de las enzimas depende sobremanera no solo de la temperatura sino también del contenido de agua y valor del pH. (Jasper y Placzek, 1978)

## II. MATERIAL Y MÉTODO

La presente investigación se desarrolló en el laboratorio de Bioquímica y Microbiología del pabellón de laboratorios de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Comprendiendo dos etapas: obtención de extractos acuosos de ajo y orégano; y la evaluación del poder conservativo en carne fresca de porcino del ajo y orégano.

### 2.1 Material biológico

El material biológico utilizado en la presente investigación estuvo conformada por:

- Plantas de orégano (*Origanum vulgare* L)
- Bulbos de ajo variedad rosada (*Allium sativum* L)
- Carne fresca de porcino (jamón) con buenas características organolépticas.

### 2.2 Obtención de muestras de ajo y oregano

La muestra de ajo (*Allium sativum* L), fue adquirida en el mercado central de la ciudad de Chachapoyas, teniendo en consideración la calidad de los bulbos.

El orégano (*Origanum vulgare* L.) fue adquirido del distrito de Taquia, provincia de Chachapoyas, departamento de Amazonas.

### 2.3 Obtención de los extractos acuosos

Para la obtención de los extractos acuosos, se adaptó la metodología propuesta por Herrera A. y García R, (2006) cuyas principales etapas se describen a continuación y se presentan en el diagrama de flujo (Figuras N° 03 y 04)

### **2.3.1 Extracto acuoso de ajo**

#### **a. Selección y clasificación**

En esta etapa se separaron los bulbos de ajo con defectos como magulladuras o podredumbre de los que contaban con buenas características para ser utilizados en las posteriores etapas

#### **b. Lavado**

Se realizó manualmente sumergiendo los bulbos de ajo en recipientes conteniendo agua destilada con el fin de eliminar todo tipo de material extraño y contaminante

#### **c. Pelado**

El pelado se realizó utilizando cuchillos, para facilitar la separación de la cáscara

#### **d. Enjuague**

Se realizó con suficiente agua destilada estéril con la finalidad de eliminar la presencia de partículas extrañas de la muestra.

#### **e. Pesado**

Se realizó utilizando una balanza digital marca ES modelo 200A con la finalidad de tener un control en la cantidad de extracto a obtener.

#### **f. Picado**

Se realizó de forma mecánica con la ayuda de un cuchillo para facilitar la extracción y el licuado.

#### **g. Extracción**

La extracción se realizó dividiendo la muestra en cuatro partes iguales. Las tres primeras para ser licuadas en fresco y la otra para ser aplicada a reflujo.

**Licuado.** Se realizó utilizando una licuadora marca Oster con recipiente de vidrio estéril. Se licuo 2400 g de ajo fresco con una mínima cantidad (20% del peso aproximadamente) de agua destilada estéril, se realizó con la finalidad de evitar la excesiva pérdida de los componentes del ajo como la aliina y la alicina, debido a que estas son termolábiles.

**Reflujo.** Se realizó utilizando el equipo de reflujo (Foto 1). En el balón de capacidad de 500 mL se adicionó 100 g de ajo picado y 100 mL de agua destilada estéril, se sometió al calor por un tiempo de 30 minutos con la finalidad de obtener la concentración de los componentes químicos del ajo en el agua manteniéndose ésta a un volumen constante. Esta operación se repitió 8 veces.

#### **h. Filtrado**

Luego del licuado en fresco y de haber culminado el tiempo de reflujo, se procedió a filtrar utilizando una gasa plegada varias veces.

El objetivo del filtrado fue obtener un extracto sin ningún tipo de partículas extrañas. Posteriormente se almaceno el extracto acuoso obtenido en recipientes estériles a 4°C hasta su utilización.

### **2.3.2 Extracto acuoso de orégano**

#### **a. Selección y clasificación**

En esta etapa se seleccionaron las plantas de orégano con buena apariencia, es decir libre de plagas y quemaduras.

#### **b. Lavado**

Se realizó manualmente sumergiendo las plantas en recipientes conteniendo agua destilada con el fin de eliminar todo tipo de material extraño y contaminante.

#### **c. Despalillado**

El despalillado consistió en la separación de las hojas del tallo.

#### **d. Enjuague**

Se realizó con suficiente agua destilada estéril con la finalidad de eliminar la presencia de partículas extrañas en la muestra.

Posteriormente se coloco las hojas sobre papel sabana estéril para facilitar la evaporación y/o absorción del agua presente en las hojas.



**e. Pesado**

Se realizó utilizando una balanza digital marca ES modelo 200A con la finalidad de tener un control en la cantidad de extracto a obtener.

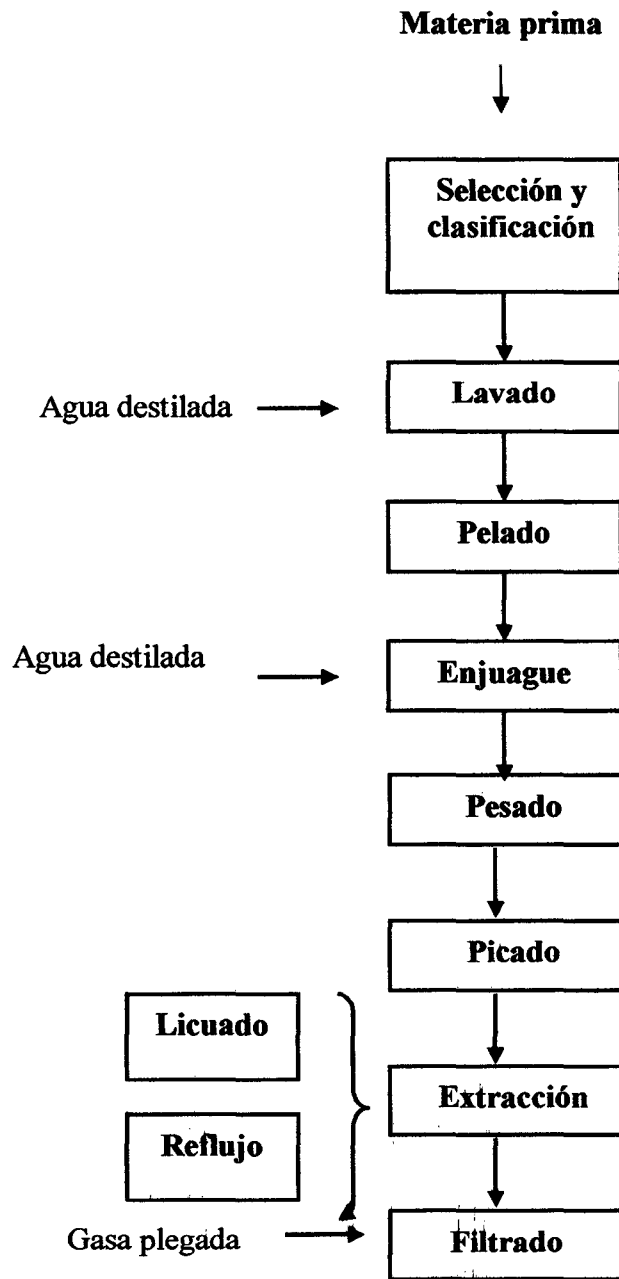
**f. Extracción por reflujo**

Se realizó utilizando el equipo de reflujo (Foto 2). En el balón de capacidad de 500 mL se adicionó 100 g de hojas de orégano y 100 mL de agua destilada estéril, se sometió al calor por un tiempo de 30 minutos con la finalidad de obtener la concentración de los componentes químicos del orégano en el agua manteniéndose ésta a un volumen constante. Esta operación se repitió 32 veces.

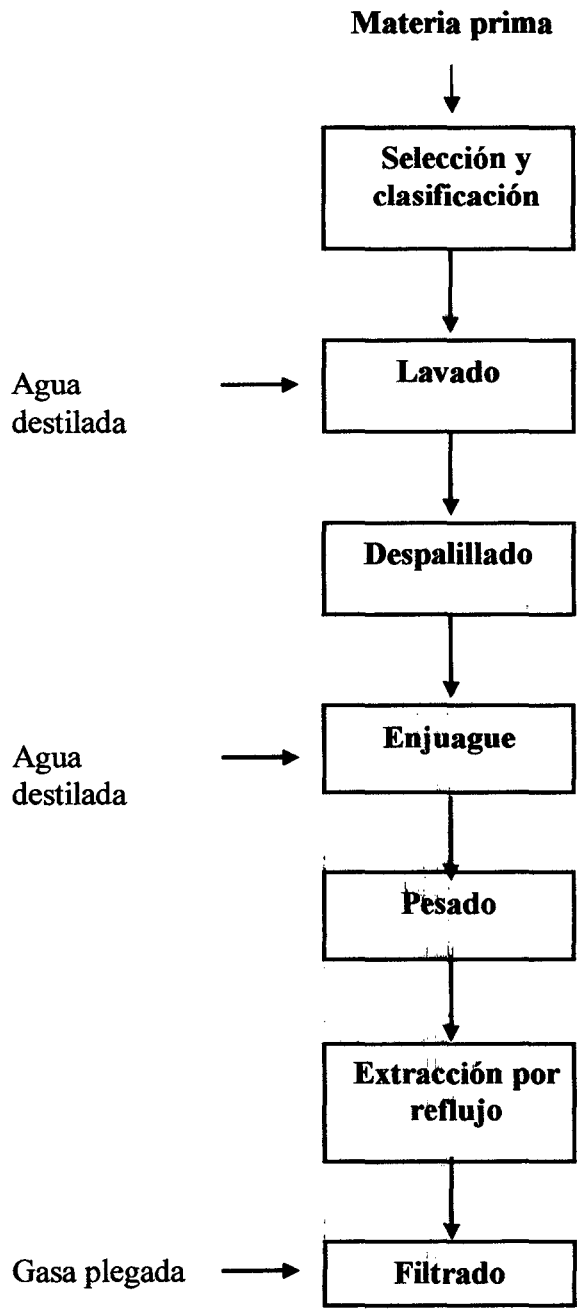
**g. Filtrado**

Una vez culminado el tiempo de reflujo se procedió a filtrar mediante una gasa plegada varias veces.

El objetivo del filtrado fue obtener un extracto sin ningún tipo de partículas extrañas. Posteriormente se almacenó el extracto acuoso obtenido en recipientes estériles a 4 °C hasta su utilización.



**Fig N° 03. Diagrama de flujo del extracto acuoso de ajo**



**Fig N° 04. Diagrama de flujo del extracto acuoso de orégano**

## **2.4 Evaluación de la acción conservante de los extractos acuosos de ajo y orégano en carne fresca de porcino**

La evaluación de la acción conservante en carne fresca de porcino de los extractos acuosos de ajo y orégano se realizó mediante análisis microbiológico (recuento de bacterias mesófilos aerobios, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella shigella*), fisicoquímico (pH y acidez) y sensorial (color, olor y textura).

### **2.4.1 Acondicionamiento y adición de los extractos acuosos de ajo y orégano a la carne fresca de porcino.**

La pieza de carne fresca de porcino (jamón) obtenida en el mercado central de la ciudad de Chachapoyas, fue de un porcino de raza criolla, criado extensivamente que tuvo las siguientes características: color negro, edad 18 meses, macho, con un peso promedio de 70 Kg.

La carne fresca de porcino presentó las siguientes características: un pH = 5.9, un % de ácido láctico de 0.22 %, color rosa brillante, olor característico de la carne fresca, textura firme; y una carga microbiana de: mesófilos aerobios de  $5 \times 10^5$  UFC/g, *Escherichia coli* de  $8 \times 10^2$  UFC/g, *Staphylococcus aureus*  $1.5 \times 10^3$  UFC/g, y *Salmonella shigella*  $9 \times 10^2$  UFC/g.

El acondicionamiento de la carne fresca de porcino para su posterior evaluación se realizó separando la parte muscular del hueso y la grasa.

Se prepararon 38 unidades experimentales de 240 g de carne fresca de porcino y se colocaron en tapers estériles de poliestireno debidamente

rotulados con códigos de números y letras, la primera letra (la inicial del extracto acuoso) seguida de un número (porcentaje de concentración de extracto acuoso utilizado), más una letra (temperatura de almacenamiento) y finalmente la combinación de una letra y un número (repeticiones). Por ejemplo:

**A50R R1:** Muestra tratada con extracto acuoso de Ajo a una concentración de 50 %, almacenada a temperatura de refrigeración, repetición uno.

**A50C R1:** Muestra tratada con extracto acuoso de Ajo a una concentración de 50 %, almacenada a temperatura de congelación, repetición uno.

Para la evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial de las 38 unidades experimentales se realizó la siguiente distribución:

- A 18 porciones se adicionó extracto acuoso de ajo, de las cuales 9 porciones se almacenaron en refrigeración y 9 porciones en congelación.
- A 18 porciones se adicionó extracto acuoso de orégano, de las cuales 9 porciones se almacenaron en refrigeración y 9 porciones en congelación.

La adición del extracto acuoso se realizó utilizando una probeta graduada de 250 mL, marca Nahita, teniendo en cuenta las diferentes concentraciones: 50% (120 mL), 70% (168 mL) y 100% (240 mL).

- Las 2 porciones restantes fueron utilizadas como muestras testigo para ser evaluadas tanto a en refrigeración como en congelación

#### **2.4.2 Análisis fisicoquímico**

Para la evaluación del pH de la carne se utilizó un pH-metro digital marca Hanna, modelo HI 8424. Para determinar el % de ácido láctico se empleó el método de titulación, para lo cual se siguió la metodología propuesta por Guerrero y Arteaga (1990) (Anexo I)

#### **2.4.3 Análisis microbiológico**

Para evaluar la acción antimicrobiana de los extractos acuosos de ajo y orégano, se realizó recuentos de microorganismos: mesófilos aerobios, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, y *Salmonella shigella*; de cada muestra con y sin adición de extracto acuoso. La evaluación se realizó durante 30 días de almacenamiento. Para las evaluaciones mencionadas se utilizaron métodos recomendados por Thatcher y Clark, (1975). (Anexo J)

#### **2.4.4 Análisis sensorial**

A las muestras de carne fresca de porcino se realizó una prueba descriptiva y subjetiva; la evaluación fue realizada por 4 jueces entrenados, estos estuvieron constituidos por profesionales de la Carrera Profesional del Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

##### **Entrenamiento de jueces**

La sesión de entrenamiento de jueces se realizó una hora antes de la evaluación, para dar a conocer los productos y los atributos a evaluar, así

como también se dio las explicaciones pertinentes a cerca de la forma en que se iban a llenar las fichas de evaluación.

La evaluación sensorial se llevo a cabo a las 10:00 a.m., horario recomendado por Costell y Duran, (1981) utilizando 20 g de carne de cada tratamiento, en la cual se evaluó el porcentaje de color inadecuado y la variación de olor y textura.

En el momento de la evaluación sensorial se les otorgó a los jueces las fichas de evaluación (Anexo E), la escala de colores (Anexo F) constituida por fotografías Orellana, (1994), luego se les asignaron las muestras codificadas a cada juez después de 30 minutos de abrirse los envases. Se registraron las puntuaciones usando 5 puntos en escala descriptiva de acuerdo a Djenane, *et al.*, (2001) citado en Sánchez, *et al.*, (2004). Las puntuaciones de color se hicieron en base al % de color inadecuado en la superficie.

**Tabla N° 02. Puntuaciones utilizadas en el análisis sensorial**

Variación de olor y textura	Variación de color
1 = Ninguna	1 = 0 – 20%
2 = Ligera	2 = 21 – 40%
3 = Pequeña	3 = 41 – 60%
4 = Moderada	4 = 61 – 80%
5 = Extrema	5 = 81 – 100%

**Fuente:** Elaboración propia.

## 2.5 Análisis estadístico

### 2.5.1 Acción conservante de los extractos acuosos de ajo y orégano en carne fresca de porcino

#### a. Análisis fisicoquímico de la carne fresca de porcino

Para evaluar los cambios de niveles de pH y % ácido láctico en carne fresca de porcino sin tratamiento (TR y TC) y tratadas con extractos acuosos de ajo y orégano a diferentes concentraciones, durante los días de almacenamiento a diferentes temperaturas; se empleó un arreglo Factorial de 6Ax7Bx2C, bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres repeticiones. Donde el factor A fue: Concentración de extracto acuoso, el factor B: Días de almacenamiento y el factor C: Temperatura de almacenamiento.

#### Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_K + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

#### Donde

$Y_{ijk}$ : Nivel de pH, % ácido láctico de la carne fresca de porcino, tratada con el i - ésimo porcentaje de extracto acuoso; en el j - ésimo día de almacenamiento; a la k - ésima temperatura de almacenamiento, observado en la l - ésima repetición.

$\mu$  : Efecto de la media general

$A_i$ : Efecto del i - ésimo porcentaje de extracto acuoso



$B_j$ : Efecto del j - ésimo día de almacenamiento

$C_k$ : Efecto de la k - ésima temperatura de almacenamiento

$(AB)_{ij}$ : Efecto del i - ésimo porcentaje de extracto acuoso en el j - ésimo día de almacenamiento

$(AC)_{ik}$ : Efecto del i - ésimo porcentaje de extracto acuoso a la k - ésima temperatura de almacenamiento

$(BC)_{jk}$ : Efecto del j - ésimo día de almacenamiento en la k-ésima temperatura de almacenamiento

$(ABC)_{ijk}$ : Efecto del i - ésimo porcentaje de extracto acuoso, en el j - ésimo día de almacenamiento y en la k - ésima temperatura de almacenamiento.

$\mathcal{E}_{ijkl}$ : Efecto del error experimental observado en el i - ésimo porcentaje de extracto acuoso; en el j - ésimo, tiempo de almacenamiento, a la k - ésima temperatura de almacenamiento y en la l - ésima repetición.

#### **b. Análisis microbiológico de la carne fresca de porcino**

Para evaluar el crecimiento de bacterias mesófilas aerobias (UFC/g), *Escherichia coli* (UFC/g), *Staphylococcus aureus* (UFC/g), y *Salmonella shigella* (UFC/g) en la carne fresca de porcino sin tratamiento (TR y TC) y tratadas a diferentes concentraciones, durante los días de almacenamiento, a

diferentes temperaturas; se empleó un arreglo Factorial de 6Ax7Bx2C, bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres repeticiones. Donde el factor A fue: Concentración de extracto acuoso, el factor B: Días de almacenamiento y el factor C: Temperatura de almacenamiento.

### **Modelo aditivo lineal**

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

### **Donde**

$Y_{ijk}$ : Bacterias mesófilos aerobios (UFC/g), *Escherichia coli* (UFC/g), *Staphylococcus aureus* (UFC/g), *Salmonella shigella* (UFC/g) de la carne fresca de porcino, tratada con el i - ésimo porcentaje de extracto acuoso; en el j - ésimo día de almacenamiento; a la k - ésima temperatura de almacenamiento, observado en la l - ésima repetición.

$\mu$  : Efecto de la media general

$A_i$ : Efecto del i - ésimo porcentaje de extracto acuoso

$B_j$ : Efecto del j - ésimo día de almacenamiento

$C_k$ : Efecto de la k - ésima temperatura de almacenamiento

$(AB)_{ij}$ : Efecto del i - ésimo porcentaje de extracto acuoso en el j - ésimo día de almacenamiento

$(AC)_{ik}$ : Efecto del  $i$  - ésimo porcentaje de extracto acuoso a la  $k$  - ésima temperatura de almacenamiento

$(BC)_{jk}$ : Efecto del  $j$  - ésimo día de almacenamiento en la  $k$ -ésima temperatura de almacenamiento

$(ABC)_{ijk}$ : Efecto del  $i$  - ésimo porcentaje de extracto acuoso, en el  $j$  - ésimo día de almacenamiento y en la  $k$  - ésima temperatura de almacenamiento.

$\varepsilon_{ijkl}$  : Efecto del error experimental observado en el  $i$  - ésimo porcentaje de extracto acuoso; en el  $j$  - ésimo, tiempo de almacenamiento, a la  $k$  - ésima temperatura de almacenamiento y en la  $l$  - ésima repetición.

**c. Análisis sensorial de la carne fresca de porcino**

Para evaluar los cambios en las características sensoriales (color, olor y textura) de la carne fresca de porcino sin tratamiento (TR y TC) y tratadas con extractos acuosos de ajo y orégano a diferentes concentraciones, durante los días de almacenamiento, a diferentes temperaturas; se empleó un arreglo Factorial de  $6A \times 7B \times 2C$ , bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres repeticiones. Donde el factor A fue: Concentración de extracto acuoso, el factor B: Días de almacenamiento y el factor C: Temperatura de almacenamiento.

### **Modelo aditivo lineal**

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

#### **Donde:**

$Y_{ijkl}$ : Porcentaje de color inadecuado, variación del olor y la textura de la carne fresca de porcino, tratada con el  $i$  - ésimo porcentaje de extracto acuoso; en el  $j$  - ésimo día de almacenamiento; a la  $k$  - ésima temperatura de almacenamiento, observado en la  $l$  - ésima repetición.

$\mu$  : Efecto de la media general

$A_i$ : Efecto del  $i$  - ésimo porcentaje de extracto acuoso

$B_j$ : Efecto del  $j$  - ésimo día de almacenamiento

$C_k$  : Efecto de la  $k$  - ésima temperatura de almacenamiento

$(AB)_{ij}$ : Efecto del  $i$  - ésimo porcentaje de extracto acuoso en el  $j$  - ésimo día de almacenamiento

$(AC)_{ik}$ : Efecto del  $i$  - ésimo porcentaje de extracto acuoso a la  $k$  - ésima temperatura de almacenamiento

$(BC)_{jk}$ : Efecto del  $j$  - ésimo día de almacenamiento en la  $k$ -ésima temperatura de almacenamiento

$(ABC)ijk$ : Efecto del  $i$  – ésimo porcentaje de extracto acuoso, en el  $j$  - ésimo día de almacenamiento y en la  $k$  - ésima temperatura de almacenamiento.

$\varepsilon_{ijkl}$  : Efecto del error experimental observado en el  $i$  – ésimo porcentaje de extracto acuoso; en el  $j$  - ésimo, tiempo de almacenamiento, a la  $k$  – ésima temperatura de almacenamiento y en la  $l$  - ésima repetición.

Para las comparaciones de las medias entre tratamientos se empleó la prueba Tuckey con un nivel de confianza del 95%. Debido a que se empleó muestras testigos, también se realizó la comparación de medias de las muestras testigos con las medias de los tratamientos mediante la prueba de Dunnet, con un nivel de confianza del 95%. Para lo cual se siguió la metodología descrita por Montgomery, (1998).

### **III. RESULTADOS**

Los resultados de la presente investigación fueron los siguientes:

#### **3.1 Evaluación de la acción conservante de los extractos acuosos de ajo y orégano en carne fresca de porcino**

##### **3.1.1 Análisis fisicoquímico**

Los niveles de pH en la carne fresca de porcino, fueron aumentando al transcurrir los días de almacenamiento, este incremento fue proporcional al crecimiento microbiano, tal como se observa en la figura N° 05.

De acuerdo al análisis de varianza (Tabla G.1) y a la prueba Tuckey (Tabla H.1) a un nivel de confianza de 95%, se determinó que las diferencias entre las muestras tratadas, fueron significativas a partir del quinto día de almacenamiento. Las muestras que presentaron menos variación de pH y no presentaron diferencia significativa, fueron las tratadas a una concentración del 100% almacenadas a temperatura de congelación (A100C y O100C siendo 6.40 y 6.45 sus valores respectivamente a los 30 días de almacenamiento); así mismo existió diferencia significativa entre éstas y las muestras que presentaron mayor variación de pH, las tratadas con extractos acuosos de ajo y orégano a una concentración de 50% y 70% almacenadas a temperatura de refrigeración (O50R A50R y A70R, siendo 6.90, 6.82 y 6.81 sus valores respectivamente a los 30 días de almacenamiento)

De acuerdo a la prueba Dunnet (Tabla H.1) a un nivel de confianza de 95%, se determinó que las diferencias entre las muestras testigo y las muestras

tratadas con extractos acuosos de ajo y orégano almacenadas a temperatura de refrigeración y congelación tuvieron diferencias significativas a partir del quinto día de almacenamiento. Las muestras que presentaron mayor variación de pH y una mayor diferencia significativa con respecto a la muestra testigo fueron las tratadas a una concentración de 100% almacenadas a temperatura de congelación (A100C y O100C); y las que mostraron menor variación de pH y menos diferencia significativa fueron las tratadas a una concentración de 50% almacenadas a temperatura de refrigeración (A50R y O50R).

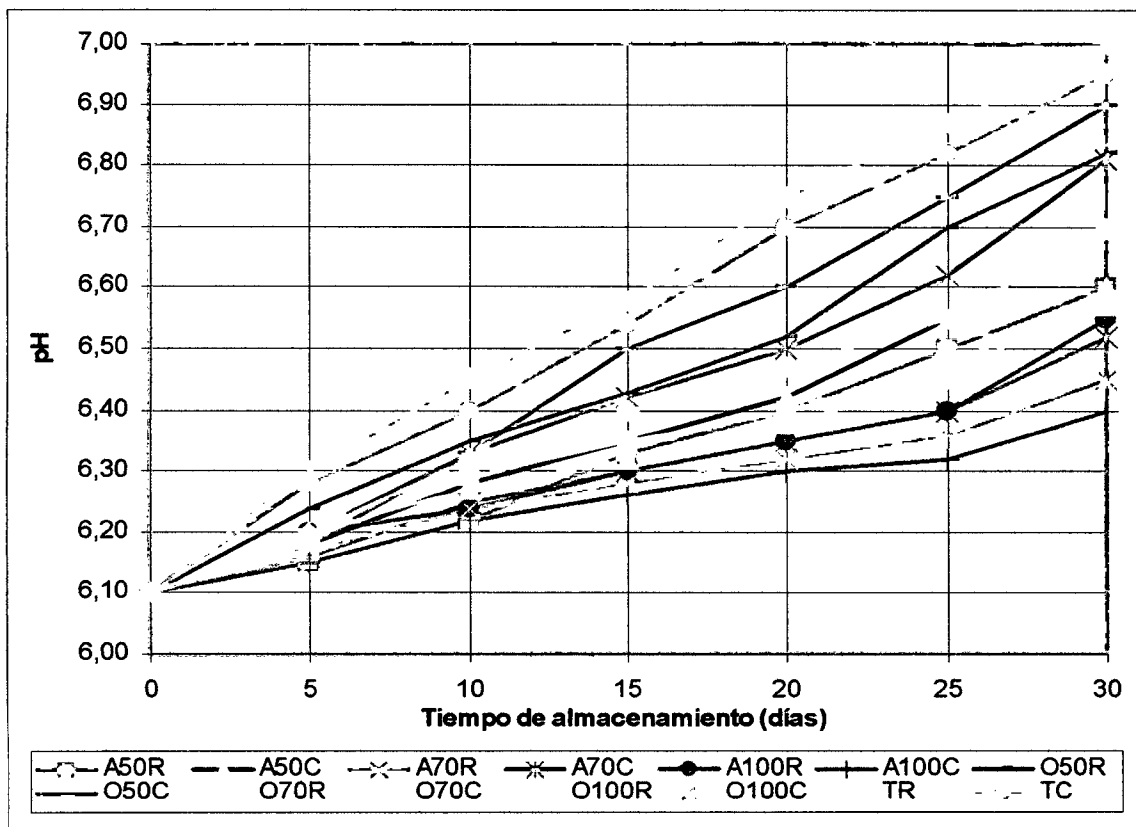
La variación del % de ácido láctico en la carne fresca de porcino, fue disminuyendo al transcurrir los días de almacenamiento, esta disminución fue inversamente proporcional al crecimiento microbiano, así como se aprecia en la figura N° 06

De acuerdo al análisis de varianza (Tabla G.2) y a la prueba Tuckey (Tabla H.2) a un nivel de confianza de 95%, se determinó diferencia significativas entre tratamientos a partir del décimo día de almacenamiento, las muestras que presentaron menor variación en el % de ácido láctico y no presentaron diferencia significativa entre si, fueron las tratadas con extracto de ajo a una concentración de 100% y 70% (A100C, A70C, A100R, siendo 0.16, 0.15, 0.15 % sus valores respectivamente en el día 30 de almacenamiento), además de mostrar diferencia significativa con la muestra que presentó mayor variación en el % de ácido láctico, la tratada con extracto acuoso de orégano a una concentración de 50% y almacenada a temperatura de refrigeración (O50R siendo 0.09% su valor en el día 30 de almacenamiento).

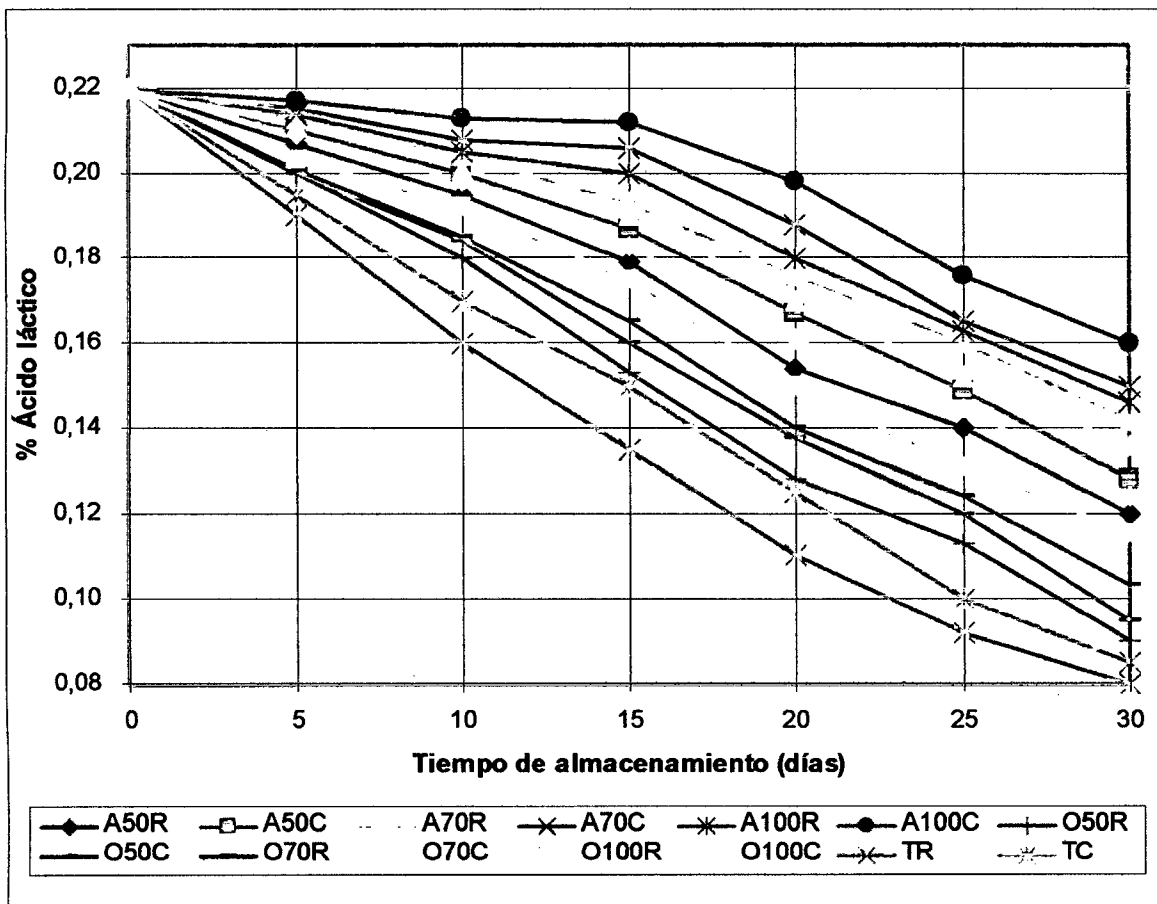
Con la prueba Dunnet (Tabla H.2) a un nivel de confianza del 95%, se determinó que las muestras testigo y las muestras tratadas con extractos acuosos de ajo y orégano almacenadas a temperatura de refrigeración y congelación presentaron diferencias significativas a partir del quinto día de almacenamiento. Las muestras que mostraron mayor variación del % de ácido láctico y una diferencia significativa considerable con respecto a la muestra testigo, fueron las tratadas con extracto acuoso de ajo a las concentraciones del 100% y 70% (A100C, A70C y A70R), y no presentaron diferencia significativa entre ellas; la muestra que presentó menor variación del % de ácido láctico y menos diferencia significativa con las muestras testigo fue la tratada con extracto acuoso de orégano a una concentración de 50% almacenada a temperatura de refrigeración (O50R).

De todo lo anterior se concluye que los tratamientos que mostraron mejores resultados en cuanto a la variación del pH y % de ácido láctico fueron las tratadas con extracto acuoso de ajo a una concentración de 100% y 70% almacenadas a temperatura de congelación. Los tratamientos que tuvieron menos efectividad de conservación fueron los tratados con extractos acuosos de ajo y orégano a una concentración de 50% almacenados en refrigeración.





**Fig N° 05.** Evaluación de la variación de los niveles de pH en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C durante 30 días.



**Fig N° 06.** Evaluación de la variación del % de ácido láctico en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C durante 30 días.

### 3.1.2 Análisis microbiológico

En las muestras de carne fresca de porcino el crecimiento de microorganismos mesófilos aerobios tuvo un incremento considerable, durante el tiempo de almacenamiento, así como se puede apreciar en la figura N° 07

De acuerdo al análisis de varianza (Tabla G.3) y la prueba Tuckey (Tabla H.3), se determinó diferencia significativa entre los tratamientos a partir del quinto día de almacenamiento. Los tratamientos que presentaron menor respuesta inhibitoria frente a los microorganismos mesófilos aerobios y no presentaron diferencia significativa entre si, fueron los tratados con extracto acuoso de orégano a una concentración de 50% y 70%, almacenados a temperatura de refrigeración (O50R, O70R, A50R siendo  $2.18 \times 10^6$ ,  $2.09 \times 10^6$ ,  $2.02 \times 10^6$  las UFC/g respectivamente en el día 30 de almacenamiento), presentando diferencia significativa con los que mostraron mayor respuesta inhibitoria, los tratados con extracto acuoso de ajo a una concentración de 100% y 70% almacenados en congelación (A100C, A70C siendo  $1.43 \times 10^6$ ,  $1.50 \times 10^6$  las UFC/g respectivamente a los 30 días de almacenamiento).

Con la prueba Dunnet (Tabla H.3) a un nivel de confianza de 95%, se determinó que las diferencias entre las muestras testigo y las muestras tratadas fueron significativas a partir del quinto día de almacenamiento. El tratamiento que presentó mayor respuesta inhibitoria y mayor diferencia significativa con las muestras testigo almacenadas en refrigeración y congelación, fue el tratado con extracto acuoso de ajo a una concentración de 100% almacenado en congelación (A100C) y las muestras que presentaron menor respuesta

inhibitoria y menos diferencia significativa fueron las tratadas a una concentración de 50% almacenadas a temperatura de refrigeración (O50R y O70R.).

En las muestras de carne fresca de porcino el crecimiento de *Escherichia coli* fue incrementándose durante el tiempo de almacenamiento, así como se puede apreciar en la figura N° 08.

De acuerdo al análisis de varianza (Tabla G.4) y a la prueba Tuckey (Tabla H.4) a un nivel de confianza de 95%, se determinó que en los tratamientos las diferencias fueron significativas a partir del quinto día de almacenamiento. Las muestras tratadas a una concentración de 100% y 70% almacenadas a temperatura de congelación (A100C, A70C, O100C, con  $9.2 \times 10^2$ ,  $9.4 \times 10^2$ ,  $9.9 \times 10^2$  UFC/g respectivamente a los 30 días de almacenamiento) presentaron una mejor respuesta inhibitoria frente a las bacterias de *Escherichia coli*, y no presentaron diferencia significativa entre si, pero si mostraron diferencia significativa con la muestra tratada con extracto acuoso de orégano a una concentración de 50% almacenada en refrigeración (O50R con  $1.2 \times 10^3$  UFC/g en el día 30 de almacenamiento) la que mostró una respuesta inhibitoria menos efectiva frente a las bacterias de *Escherichia coli*.

De acuerdo a la prueba Dannel (Tabla H.4) a un nivel de confianza de 95%, se determinó que las diferencias entre las muestras testigo y las muestras tratadas con extractos acuosos de ajo y orégano almacenadas a temperatura de refrigeración y congelación tuvieron diferencias significativas a partir del quinto día de almacenamiento. El tratamiento que presentó mayor respuesta

inhibitoria y por ende mayor diferencia significativa fue la muestra tratada con extracto acuoso de ajo al 100% de concentración y almacenada en congelación (A100C) y los tratamientos que obtuvieron menor respuesta inhibitoria fueron a los que se aplicó extracto acuoso de orégano al 50% y 70%, almacenados a temperatura de refrigeración (O50R y O70R).

En las muestras de carne fresca de porcino el crecimiento de *Staphylococcus aureus* tuvo un incremento los primeros días, luego fue disminuyendo progresivamente y esto fue por el efecto inhibitorio de los extractos acuosos durante el tiempo de almacenamiento, esto se aprecia en la figura N° 09

De acuerdo al análisis de varianza (Tabla g.5) y a la prueba Tuckey (H.5) a un nivel de confianza de 95%, se determinó que las diferencias entre tratamientos fueron significativas a partir del quinto día de almacenamiento, los tratamientos que presentaron mayor respuesta inhibitoria y no presentaron diferencia significativa entre si, fueron las muestras tratadas a las concentraciones de 100% y 70% almacenadas en congelación y refrigeración (A100C, A70C, O100C, A100R con  $8 \times 10^2$ ,  $9 \times 10^2$ ,  $9 \times 10^2$ ,  $9.5 \times 10^2$  UFC/g respectivamente en el día 30 de almacenamiento), las que a su vez mostraron diferencia significativa con las muestras tratadas a una concentración de 50% (O50R, O50C, A50C con  $1.3 \times 10^3$ ,  $1.26 \times 10^3$ ,  $1.24 \times 10^3$  UFC/g respectivamente en el día 30 de almacenamiento) que presentaron una respuesta inhibitoria menos efectiva.

Con la prueba Dunnet (Tabla H.5) a un nivel de confianza del 95%, se determinó que las muestras testigo y las muestras tratadas tuvieron diferencia

significativa a partir del quinto día de almacenamiento. Los tratamientos que presentaron mayor respuesta inhibitoria y mostraron una diferencia significativa considerable con respecto a las muestras testigo en congelación y refrigeración fueron los tratados a una concentración de 100% y 70%, almacenadas en congelación (A100C, O100C y A70C) las mismas que no presentaron diferencia significativa entre si. Las muestras que presentaron menor respuesta inhibitoria y una diferencia significativa menor con respecto a las muestras testigo fueron las tratadas a una concentración de 50% (O50R, O50C y A50C).

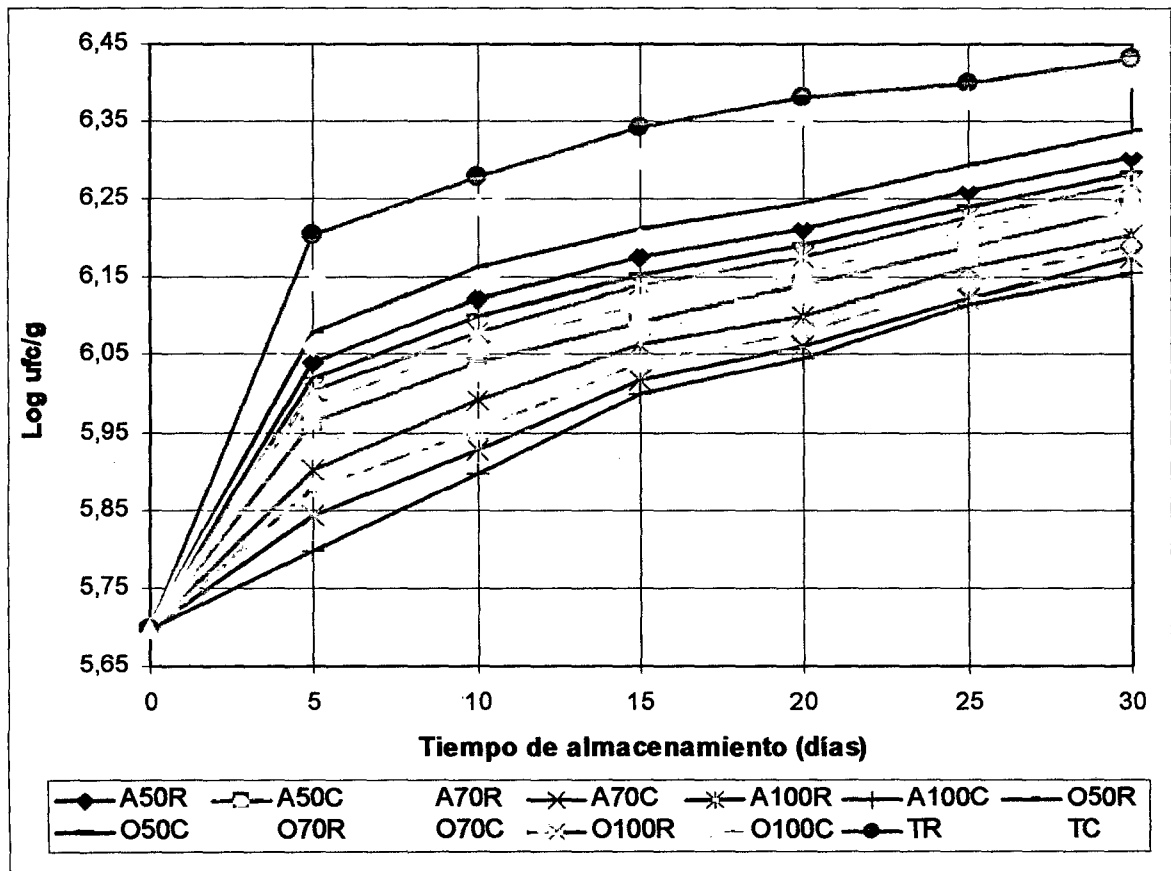
El crecimiento de *Salmonella shigella* en carne fresca de porcino fue incrementando hasta el décimo día de almacenamiento, luego se observó una considerable disminución lo cual se explica por el efecto inhibitorio de los componentes de los extractos acuosos de ajo y orégano y la temperatura de almacenamiento, pues esta bacteria no resiste temperaturas bajas, esto se puede apreciar en la figura N° 10

De acuerdo al análisis de varianza (Tabla G.6) y a la prueba Tuckey (Tabla H.6) a un nivel de confianza de 95%, se determinó que las diferencias entre tratamientos fueron significativas en el día 5 y en el día 10, mientras que en los días 15 al 30 de almacenamiento no existió diferencia significativa ni crecimiento alguno de *Salmonella shigella* en todos los tratamientos, lo cual se explica por la temperatura de almacenamiento y los efectos bactericidas de los extractos acuosos de ajo y orégano. El crecimiento de *Salmonella shigella* persistió hasta el día 5 de almacenamiento en las muestras tratadas con

extractos acuosos de ajo y orégano a una concentración 50%, 70% y 100% (A50R, A70R O50R, A70R y O100R con  $6 \times 10^2$ ,  $5.5 \times 10^2$ ,  $6.8 \times 10^2$ ,  $6.7 \times 10^2$ ,  $6.5 \times 10^2$  UFC/g respectivamente). En el día 10 de almacenamiento el crecimiento de *Salmonella shigella* solo se dio en las muestras tratadas con extracto acuoso de orégano a una concentración de 50% y 70% almacenadas a temperatura de refrigeración (O50R, O70R con  $5 \times 10^2$ ,  $4 \times 10^2$  UFC/g respectivamente)

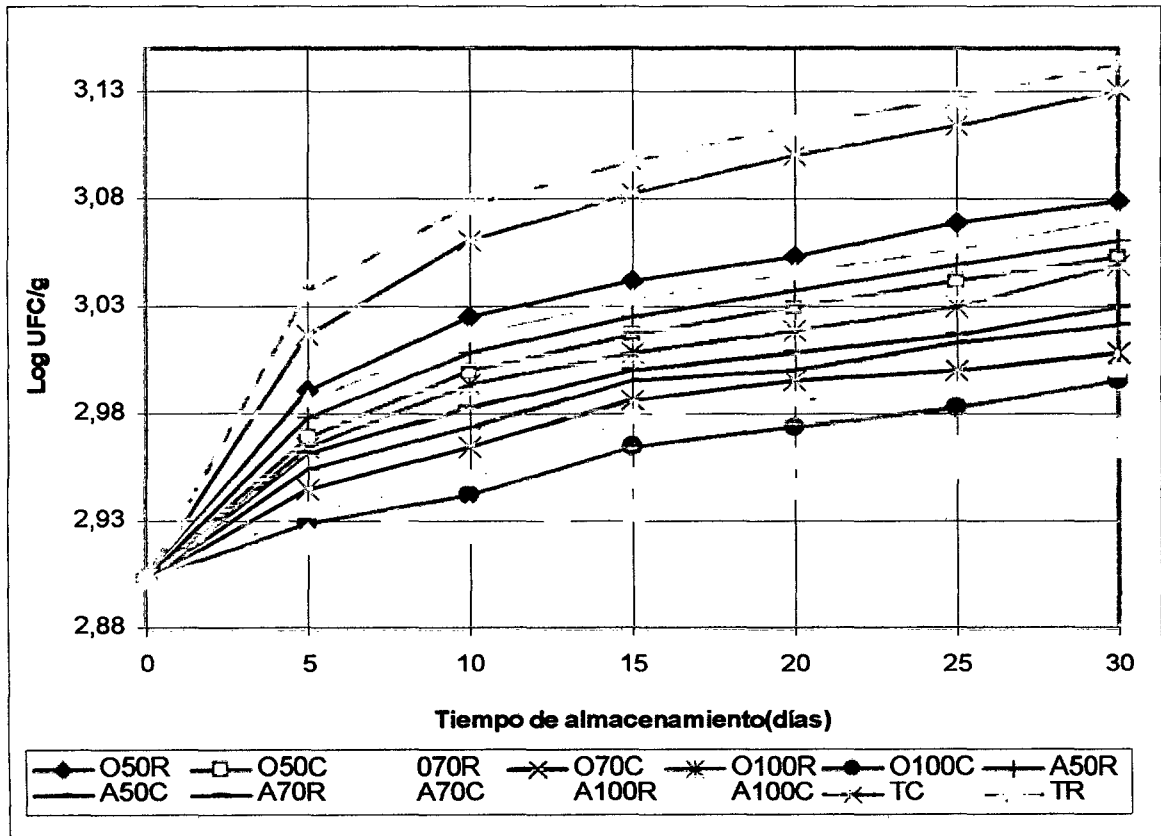
De acuerdo a la prueba Dunnet (Tabla H.6) a un nivel de confianza de 95%, se determinó que las diferencias significativas entre las muestras testigo y las muestras tratadas se dieron a partir del día 5 hasta el día 15 de almacenamiento. En el día 10 la muestra con la que no existió diferencia significativa considerable fue la tratada con extracto acuoso de orégano a una concentración de 50% almacenada a temperatura de refrigeración (O50R con  $5 \times 10^2$  UFC/g). En el día 15 de almacenamiento existió diferencia significativa entre todos los tratamientos y las muestras testigo, pues no hubo crecimiento alguno de *Salmonella shigella* en ninguno de los tratamientos.

De lo descrito anteriormente se puede concluir que los tratamientos que mostraron mejores resultados en cuanto a la inhibición de los microorganismos fueron los almacenados a temperatura de congelación con una concentración de extracto acuoso alto como 70% y 100% y los que no tuvieron resultados satisfactorios en la inhibición microbiológica fueron generalmente los almacenados a temperatura de refrigeración con extractos acuosos a una concentración de 50%.

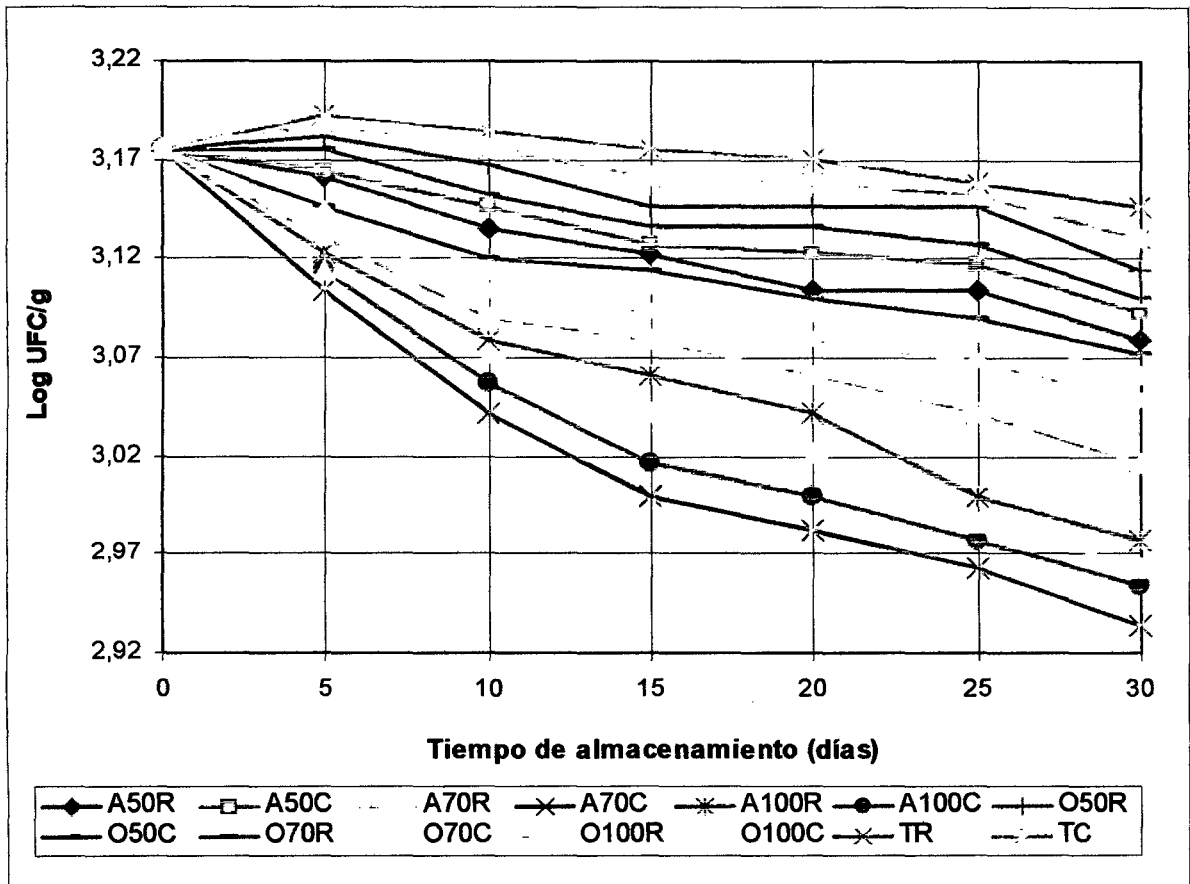


**Fig N° 07.** Evaluación del crecimiento de mesófilos aerobios en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración 4°C y congelación a -12°C durante 30 días.

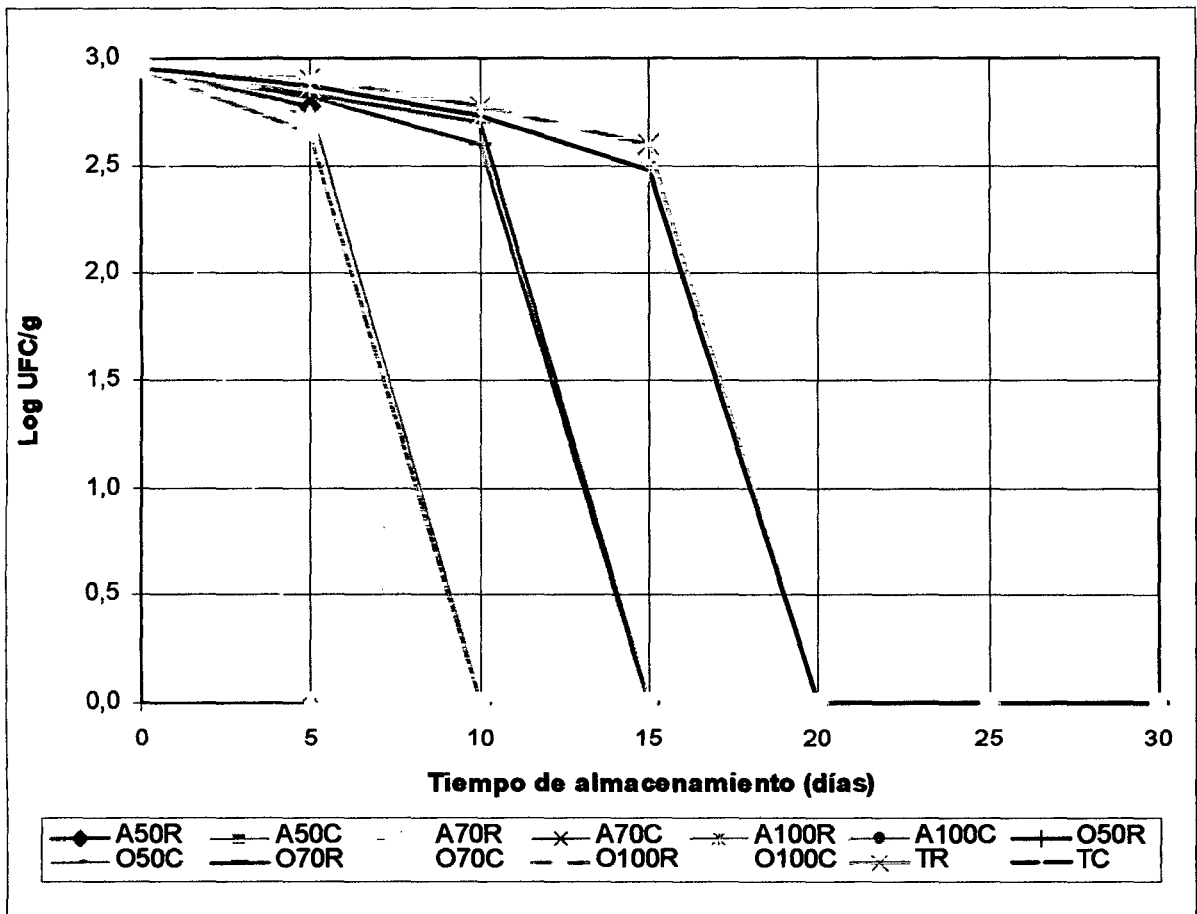




**Fig N° 08.** Evaluación del crecimiento de *Escherichia coli* en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración 4°C y congelación a -12°C durante 30 días.



**Fig N° 09.** Evaluación del crecimiento de *Staphylococcus aureus* en la carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C durante 30 días.



**Fig N° 10.** Evaluación del crecimiento de *Salmonella shigella* en la carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C durante 30 días.

### **3.1.3 Análisis sensorial**

La desviación del color en las muestras de carne fresca de porcino aumentó proporcionalmente al tiempo de almacenamiento, esto debido a la pigmentación proporcionada por los extractos acuosos de ajo y orégano, así como se puede apreciar en la figura N° 11

De acuerdo al análisis de varianza (Tabla G.7) y a la prueba Tuckey (Tabla H.7) a un nivel de confianza de 95%, se determinó que las diferencias entre los tratamientos fueron significativas a partir del día 5 de almacenamiento, las muestras que presentaron menor puntuación del porcentaje de color inadecuado y no mostraron diferencia significativa entre si, fueron las tratadas con extracto acuoso de ajo a una concentración de 70% y 50% almacenadas en congelación (A50C y A70RC con 2,0 y 2,2 de puntuación respectivamente en el día 30 de almacenamiento), estas a su vez si mostraron diferencia significativas con las muestras que obtuvieron mayor puntuación del porcentaje de color inadecuado tratadas con extracto acuoso de orégano a una concentración del 100% almacenadas en refrigeración y congelación (O100C y O100R con 3,1 y 3,2 de puntuación respectivamente en el día 30 de almacenamiento) y no presentaron diferencia significativa entre si.

Con la prueba Dunnet (Tabla H.7) a un nivel de confianza de 95%, se determinó que las diferencias entre la muestra testigo y las muestras tratadas tuvieron diferencias significativas a partir del día 5 de almacenamiento. Los tratamientos que presentaron mayor puntuación del porcentaje de color inadecuado y mayor diferencia significativa con respecto a las muestras

testigo almacenadas en refrigeración y congelación fueron los tratados a una concentración de 100%, almacenados en congelación y refrigeración (O100C, O100R) y los que presentaron menor puntuación del porcentaje de color inadecuado y menor diferencia significativa fueron los tratados a las concentraciones de 50% y 70%, almacenados en congelación (A50C, A70C).

La variación del olor en las muestras de carne fresca de porcino tratadas con extractos acuosos de ajo y orégano aumentó durante el tiempo de almacenamiento, esto debido a los compuestos volátiles del ajo y del orégano, así como se puede apreciar en la figura N° 12

De acuerdo al análisis de varianza (Tabla G.8) y con la prueba Tuckey (Tabla H.8) a un nivel de confianza de 95%, se determinó que las diferencias entre los tratamientos fueron significativas a partir del día 5 de almacenamiento. Las muestras que presentaron menor puntuación de variación del olor en el día 30 de almacenamiento y no mostraron diferencia significativa entre si fueron las tratadas con extractos acuosos de ajo y orégano a las concentraciones de 50% y 70% almacenadas a temperatura de congelación y refrigeración (A50C y O70R con 3,4 y 3,3 de puntuación respectivamente en el día 30 de almacenamiento) pero si presentaron diferencia significativa con los tratamientos que presentaron mayor puntuación de variación del olor, los tratados a una concentración de 100% (A100C y A100R O100C y O100R, con 4.0, 4.1, 4.2, y 4.3 de puntuación respectivamente en el día 30 de almacenamiento) y no tuvieron diferencia significativa entre si.

De acuerdo a la prueba Dunnet (Tabla H.8) a un nivel de confianza del 95%, se determinó que las diferencias entre la muestra testigo y las muestras tratadas tuvieron diferencias significativas a partir del quinto día de almacenamiento. Los tratamientos que presentaron mayor puntuación de variación del olor y una diferencia significativa considerable respecto a las muestras testigos almacenadas en refrigeración y congelación fueron las muestras tratadas a una concentración de 100% (O100C y O100R, A100C y A100R); y las muestras que presentaron menor puntuación de variación de olor y menor diferencia significativa con respecto a las muestras testigo fueron las tratadas con extracto acuoso de ajo a las concentraciones de 50% y 70% almacenadas en congelación (A50C, A70C).

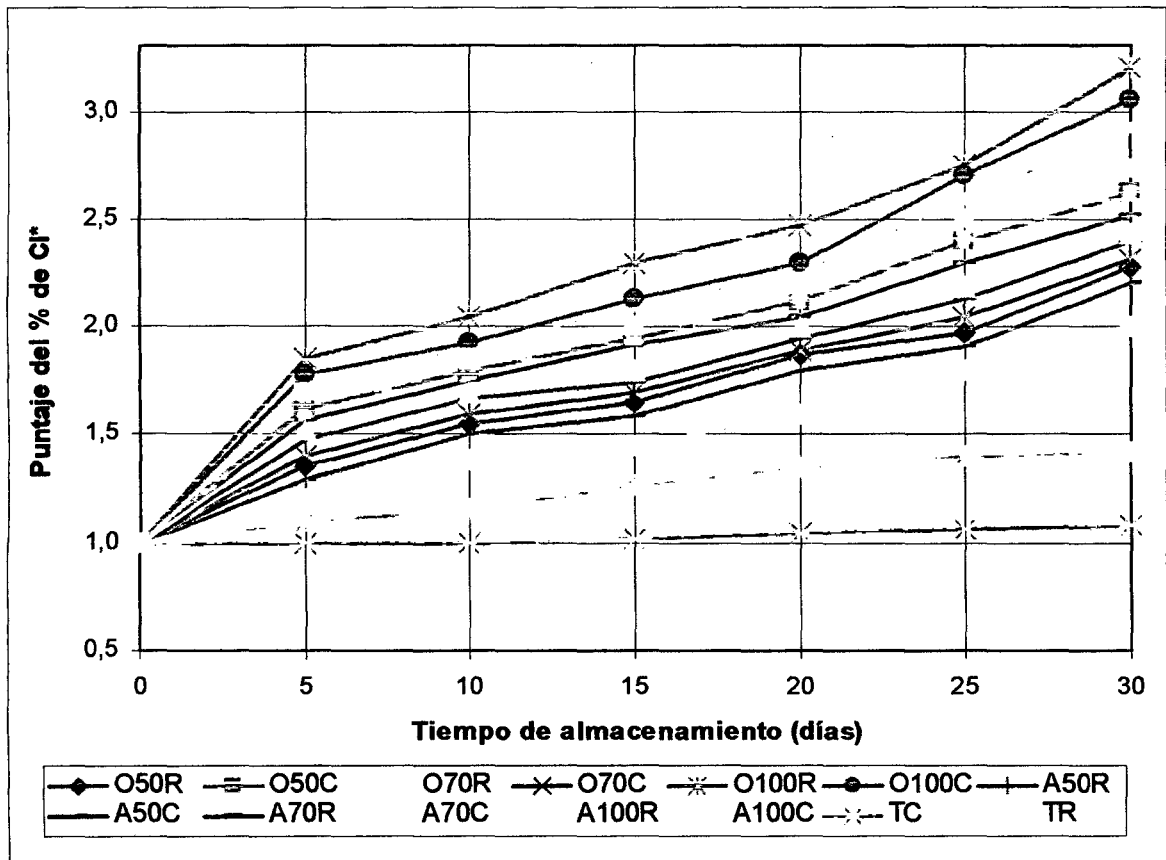
La variación de la textura en las muestras de carne fresca de porcino tratadas con extractos acuosos de ajo y orégano aumentó durante el tiempo de almacenamiento, así como se puede apreciar en la figura N° 13

De acuerdo al análisis de varianza (Tabla G.9) con prueba Tuckey (Tabla H.9) a un nivel de confianza de 95%, se determinó que las diferencias entre los tratamientos fueron significativas partir del día 5 de almacenamiento, las muestras que presentaron mayor puntuación de variación del olor y no presentaron diferencia significativa entre si, fueron las tratadas a una concentración de 50% almacenadas en refrigeración (A50R y O50R con 2.6 de puntuación de variación de textura en el día 30 de almacenamiento respectivamente) las que a su vez si presentaron diferencia significativa con los que presentaron menor puntuación de variación de textura, las tratadas a

una concentración de 70% y 100% (O70C, A100R, A70C con 1.9, 2.0, 2.1 de puntuación de variación de textura en el día 30 de almacenamiento respectivamente).

De acuerdo a la prueba Dunnet (Tabla H.9) a un nivel de confianza de 95%, se determinó que las diferencias entre la muestra testigo y las muestras tratadas con extractos acuosos de ajo y orégano almacenadas a temperatura de refrigeración y congelación tuvieron diferencias significativas a partir del día 5 de almacenamiento. Los tratamientos que presentaron menor puntuación de variación de textura y menor diferencia significativa respecto a las muestras testigos almacenadas en refrigeración y congelación fueron los tratados a una concentración de 100% y 70% con extractos acuosos de ajo y orégano almacenados en congelación y refrigeración (A100R, A70C y O70C) y los que presentaron mayor puntuación de variación de textura y una diferencia significativa mayor fueron los tratados con extracto acuoso de ajo a las concentraciones de 50% y 70% almacenados en refrigeración (A50R, A70R).

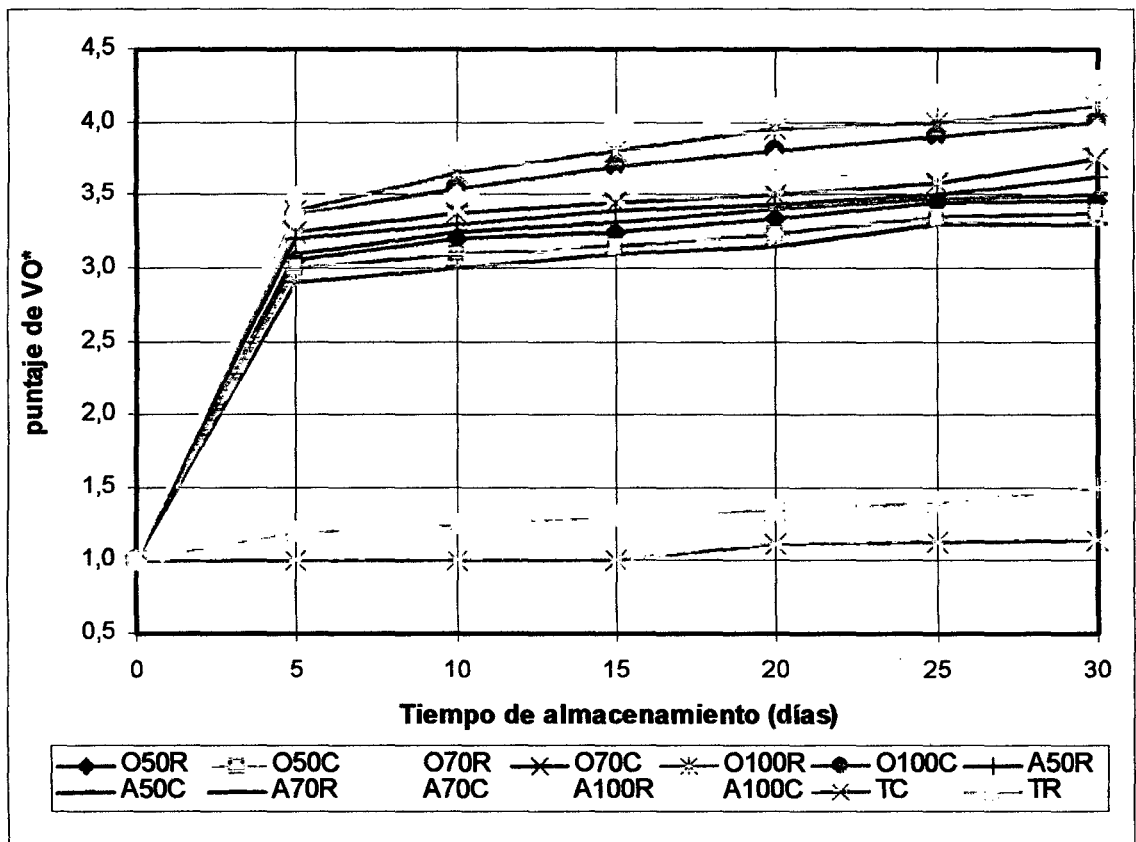
De todo lo anterior se concluye que los tratamientos que mostraron mejores resultados en lo que concierne a la calidad sensorial (color y olor) se encuentran los tratados a una menor concentración de extracto acuoso almacenados a temperatura de congelación. En lo que a textura se refiere ocurre lo contrario pues los mejores resultados lo tienen las muestras tratadas a mayor concentración de extracto acuoso almacenadas en congelación.



**Fig N° 11.** Evaluación de la variación del color en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C durante 30 días.

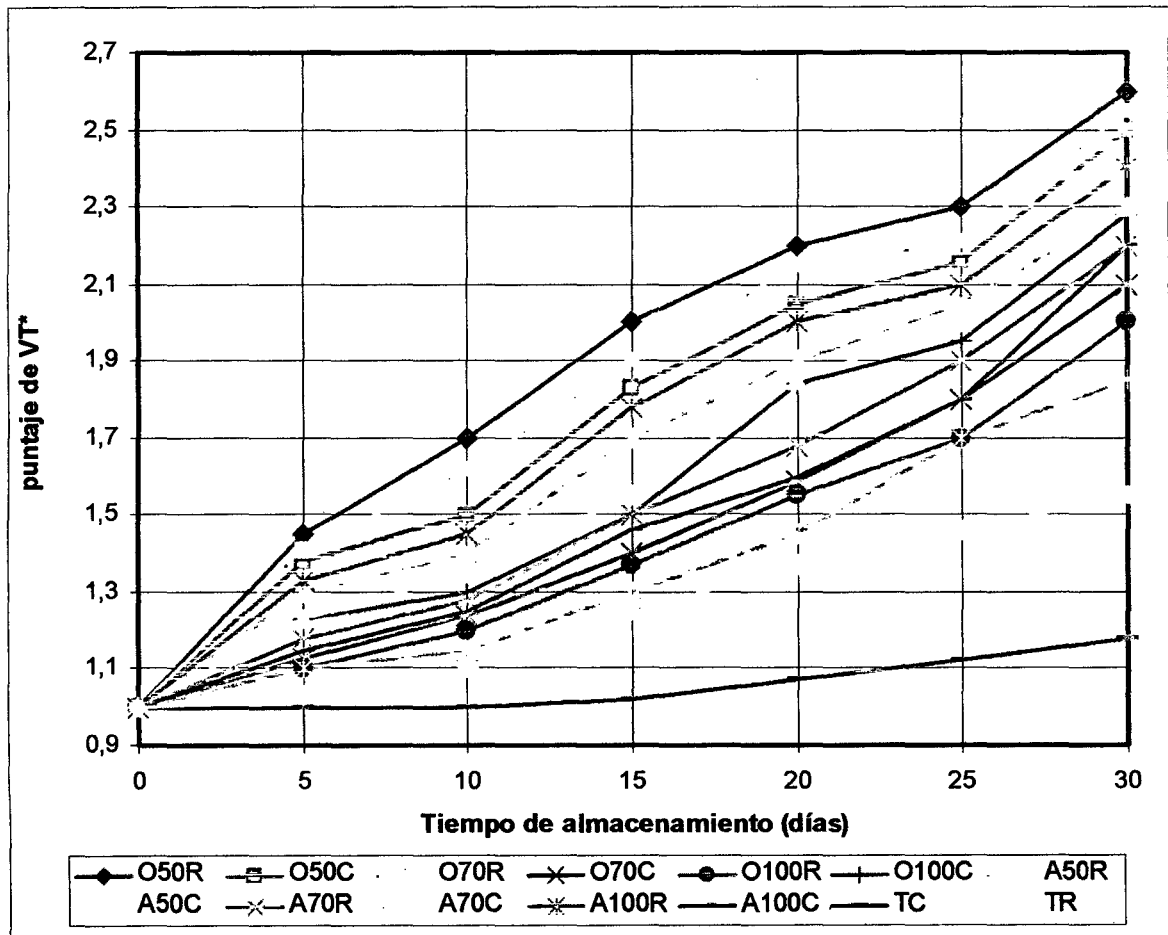
\*CI= color inadecuado





**Fig N° 12.** Evaluación de la variación del olor en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C durante 30 días.

\*VO= variación de olor



**Fig N° 13.** Evaluación de la variación de la textura en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C durante 30 días.

\*VT= variación de textura

## IV. DISCUSIONES

### 4.1 Calidad fisicoquímica

El pH y el % de ácido láctico de la carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano en el día cero de evaluación fueron de 6.1 y 0.22% respectivamente (Tabla H.1 y Tabla H.2). Referente al pH Cheftel y Cheftel, (1997), mencionan que en los animales fatigados o excitados la reserva de glucógeno esta casi agotada, como consecuencia hay poca formación de ácido láctico y no se produce descenso de pH. También Egan (1991) manifiesta que un pH elevado favorece a la proliferación de bacterias en los alimentos. Tomando como referencia lo expuesto por los autores, se puede decir que la muestra de carne fue tomada de un ejemplar fatigado antes de su sacrificio; así mismo los valores de pH y % de ácido láctico obtenidos nos dan referencia de una alta carga microbiana inicial.

Otra de las razones por la que el pH en el día cero de evaluación fue de 6.1 fue posiblemente por la influencia del pH de los extractos acuosos de ajo que esta en un rango de 6 – 6.3 y del orégano en un rango de 6.3 – 6.5 según Muller (1981) sobre las muestras evaluadas.

El pH de la carne de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano durante el tiempo de almacenamiento fue aumentando progresivamente (Figura N° 05), ocurriendo lo contrario con el % de ácido láctico pues este fue disminuyendo (figura N° 06); esto se explica debido al incremento de la flora microbiana durante el periodo de almacenamiento así como lo manifiesta ICMSF (2001) que el pH de la carne aumenta durante el almacenamiento por la formación de compuestos aminados

resultantes del deterioro y la proliferación microbiana. Sin embargo comparando las muestras testigo almacenadas a temperatura de refrigeración y congelación con las muestras tratadas con extractos acuosos de ajo y orégano; las muestras tratadas a una concentración de 100% de extracto acuoso (A100C y O100C) tuvieron una mejor estabilidad de pH durante el almacenamiento, debido a la acción antibacteriana del ajo y del orégano como lo señalan Páramo, *et al.*, (2007) y Arcila, *et al.*, (2004).

#### **4.2 Calidad microbiológica**

Los resultados obtenidos en el recuento de mesófilos aerobios en carne fresca de porcino tratadas con extractos acuosos de ajo y orégano, durante el tiempo de almacenamiento estuvieron dentro del rango de aceptabilidad (menores a  $10^7$  ufc/g) (Tabla H.3), coincidiendo con investigaciones realizadas por Hernández, *et al.*, (2005), en la que ha quedado demostrado que el aceite de orégano por la presencia de timol y carvacrol en su composición disminuye las cuentas microbianas de bacterias mesófilas al ser aplicado en carne de diferentes fuentes (pollo, res y porcino) y por López, (2009) que demostró el efecto bactericida que tiene la aliina y alicina presentes en el ajo contra bacterias gram positivas y gram negativas, aunque en esta acción parece que también contribuyen los ajoenos y el trisulfuro de dialilo.

Las muestras tratadas con extracto acuoso de ajo a una concentración de 100% y 70% almacenados a en congelación (A100C, A70C con  $1.43 \times 10^6$ ,  $1.50 \times 10^6$  UFC/g respectivamente a los 30 días de almacenamiento) (Tabla H.3), presentaron una mejor respuesta inhibitoria frente a los microorganismos mesófilos aerobios, justificándose estos resultados por la aliina y la alicina presentes en la composición del ajo dándole a este poder antibacteriano como lo manifiesta ICMSF, (2001).

Teniendo en cuenta la temperatura de almacenamiento, Noskowa. (1972) afirma que la temperatura mínima de crecimiento de algunos mesófilos de la carne están en el rango de refrigeración, en la que sobreviven o se inhiben lentamente y conservando a temperatura inferior a  $-10^{\circ}\text{C}$  se inhibe el crecimiento de mesófilos y psicrófilos los que posteriormente mueren. Esto se comprueba en la investigación ya que los tratamientos que presentaron menor respuesta inhibitoria frente a los mesófilos aerobios fueron los almacenados en refrigeración (O50R, O70R, A50R con  $2.18 \times 10^6$ ,  $2.09 \times 10^6$ ,  $2.02 \times 10^6$  UFC/g respectivamente en el día 30 de almacenamiento).

Rodríguez, *et al.*, (2003) mencionan que las especias utilizadas como condimentos en los productos cárnicos no tienen efecto conservador al ser utilizadas en dosis muy pequeñas, esto explica la mejor respuesta inhibitoria obtenida en las muestras tratadas con mayor concentración de extractos acuosos y menores efectos bactericidas observados en las muestras tratadas a menores concentraciones como de 50%.

Tainter y Grenis, (1996) mencionan que en estudios recientes se han ensayado el timol (tomillo y orégano), el eugenol (clavo y canela) y aliína (ajo y cebolla) sobre bacterias patógenas como: *Staphylococcus aureus*, y *Salmonella*. En este estudio se vio que cada sustancia inhibía las bacterias con diferente potencia, pero como observación general se comprobó que la aliína era más activa que el eugenol, y éste era más activo que el timol. Los autores de esta investigación afirman que la eficacia inhibitoria de las sustancias guarda relación inversa a su peso molecular. Obtenemos así una explicación para nuestros resultados (Tabla H.5 y Tabla H.6), pues las muestras tratadas con extracto acuoso de ajo tuvieron resultados más efectivos que los obtenidos en las muestras tratadas con extracto acuoso de orégano.

Los resultados obtenidos en cuanto a la sobrevivencia de *Escherichia coli* a temperatura de refrigeración (4 °C) (Tabla H.4), conciden con los reportados por Abdul y Raouf, (2000) citados en Castro, *et al* (2004) donde las bacterias *Escherichia coli* no obtuvieron disminución significativa en la concentración, cuando la bacteria fue inoculada en carne y almacenada por 72 hr a 5 °C; y con lo mencionado por Forsythe, (2003), que a temperaturas superiores de -10 a 0°C, la viabilidad de bacterias como *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* decrece notablemente durante la conservación en congelación. Pues al término del estudio es decir en el día 30 de evaluación la concentración de *Escherichia coli* fue mayor a 4 °C que a -12°C (Tabla H.4). Además, ANMAT, (2002) reportó que el desarrollo de *Escherichia coli* no es inhibido por las temperaturas de almacenamiento pues una vez contaminados los alimentos, la temperatura de refrigeración no constituye una limitante en el desarrollo de estos organismos patógenos. Lo cual explica la existencia de *Escherichia coli* en las muestras almacenadas en congelación.

Las bacterias más sensibles a los componentes sulfurados del ajo resultaron ser, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Salmonella typh.*, *Klebsiella pneumoniae*, *Vibrio cholerae* y *Bacillus subtilis* (Sasaki, *et al.*, (1999); Avato, *et al.*, (2000); Harris, *et al.*, (2001); Tsao & Yin, (2001) citado en Arcila, *et al.*, (2004). Lo mencionado por los autores se llegó a comprobar en esta investigación ya que en el recuento de *Escherichia coli* se observó crecimiento pero dentro del rango de aceptabilidad (Tabla H.4). En el recuento de *Staphylococcus aureus* tuvo una disminución significativa al transcurrir el tiempo de almacenamiento (Tabla H.5); en el recuento de la *Salmonella shigella* la inhibición completa se dio a partir del día 15 hasta el último día de almacenamiento (Tabla H.6).

Los resultados obtenidos en cuanto al recuento de *Escherichia coli*, (Tabla H.4) mostraron inhibición en las muestras tratadas a mayores concentraciones de orégano. Respecto a ello Arcila, *et al.*, (2004) comprobó el efecto antibacteriano del extracto de Orégano contra *Escherichia coli*, en una concentración de 75%. Coincidiendo este resultado con un gran número de estudios realizados sobre el tema. También, Montaner, (2004) determinó el poder antibacteriano del Carvacrol y Timol, pues estos tienen la capacidad de destruir la estructura de la membrana celular, causando el incremento de su permeabilidad y por consiguiente la salida de iones inorgánicos, ATP, ácidos nucleicos y aminoácidos. Incluso, se comprueba que el aceite esencial de *Origanum vulgare* tiene actividad antibacteriana contra otras bacterias gramnegativas como *Salmonella shigella*, y las bacterias grampositivas como *Staphylococcus aureus*.

Georgala y Hurst, (1963) citados en ICMSF, (2001) explican que durante el almacenamiento en congelación sigue produciéndose una disminución lenta del número de *Salmonellas*, con una disminución rápida en el intervalo de temperatura de 0 a -10°C. Los resultados obtenidos en esta investigación en cuanto a la evaluación de *Salmonella* (Tabla H.6) coinciden con lo que menciona el autor, ya que en los primeros días (0 - 10) se observó crecimiento de *Salmonella*, y en los días posteriores no existió crecimiento alguno, debido al efecto de las bajas temperaturas de almacenamiento, como manifiesta Aoust, (1991) citado en ICMSF, (2001) que el ritmo de crecimiento de las *Salmonellas* se reduce sustancialmente a temperaturas menores de 15°C, mientras que el crecimiento de la mayoría de ellas está inhibido a temperaturas menores de 7°C.

En una investigación, 0,3% de aceite esencial de orégano redujo significativamente cuentas aeróbicas en placa de *Escherichia coli* por 3 log UFC/g ( $P < 0,05$ ) en filetes crudos de pechuga de pollo y fue altamente letal para *Salmonella*, *Typhimurium* y *Staphylococcus aureus* según Silvestre, (1995) citado en Medina, *et al.*, (2002). Además Morales & López, (1999). Demostraron que el aceite esencial de ajo mejoró los atributos sensoriales en chorizo. Los resultados de esta investigación tienen relación con las investigaciones realizadas por los autores, pues en el recuento de *E. coli* se observó una inhibición del crecimiento al mantenerse en límites aceptables; en el recuento de *Salmonella shigella* y *Staphylococcus aureus* se evidenció el poder bactericida de los componentes de los extractos los que actuaron en el tiempo de almacenamiento de acuerdo a la concentración de extracto y de la temperatura de almacenamiento, obteniéndose mejores resultados a mayores concentraciones y a temperatura de congelación.

#### **4.3 Calidad sensorial**

Ranken, (2003), determino que la mayoría de los alimentos que poseen un conteo de microorganismo aerobios inferior a  $10^5$  UFC/g tienen una calidad microbiana aceptable y los que poseen un conteo entre  $10^5$  y  $10^6$  UFC/g tienen algunos signos de color, olor y textura inaceptable y Calderón, (2000) sostiene que aquellos alimentos que tienen conteo de microorganismo  $10^7$  UFC/g suelen tener ya indicios de descomposición lo cual concuerda con los resultados de análisis sensorial correspondiente al olor de la carne de porcino en la tabla H.8

Gomez, *et al.*, (2000) señalan que el efecto del pH sobre la estabilidad del color es importante, para ello hay que considerar el último pH alcanzado por el músculo *post-*



*rigor* y la caída del pH en el *pre rigor* tras el sacrificio. El último pH normal favorece la oxidación de la mioglobina (dentro de un rango de 5,6 a 5,8), sin embargo el pH no es el principal determinante de la estabilidad del color. Lo cual coincide con los resultados obtenidos en esta investigación (Tabla H.7) pues la variación del color en las muestras tratadas con extractos acuosos de ajo y orégano fue de acuerdo a la concentración del extracto aplicado, es así que las muestras tratadas con extracto de ajo tuvieron una apariencia blanquecina y las tratadas con extracto de orégano una apariencia oscura, a concentraciones de 100%.

Los resultados de la tabla H.8, muestra que el olor de la carne de cerdo tratada con extracto acuoso de ajo y orégano a menores concentraciones como 50% y 70% fueron aceptables durante el tiempo de almacenamiento, correspondiendo a una puntuación máxima de 4 (moderada) en el día 30 de evaluación, la cual se puede considerar como el límite de aceptación de acuerdo a Dethmers, (1979) citado en Costell y Duran, (1981). Estos resultados concuerdan muy de cerca con el crecimiento microbiano y además la desviación de los olores se deben a las oxidación lipídica según Sanchez & Escalante, *et al.*, (2002) citado en Sanchez, *et al.*, (2004). Por otro lado los resultados de olor en las muestras tratadas con extractos acuosos de ajo y orégano a mayor concentración (100%) tuvieron mayor variación, saliéndose del límite de aceptabilidad, lo cual se explica por la excesiva concentración de compuestos sulfurados y fenólicos presentes en el ajo y el orégano.

Lawrie, (1983) y Ledward, (1984) citados en Ranken, (2003) Manifiestan que el llamado "husmo", olor poco agradable que aparece en la carne a consecuencia del crecimiento bacteriano en la superficie, produce compuestos oxidantes como los

peróxidos o el sulfuro de hidrógeno, esto es con frecuencia el primer síntoma de alteración que se hace evidente. Lo cual se observó en las muestras tratadas con extractos acuosos de ajo y orégano a concentraciones de 50%, evaluadas a partir del día 15 (Tabla H.8), además, Naumann, *et al.*, (1957) citado en Ranken, (2003) señala que las levaduras son capaces de desarrollarse en condiciones de aerobiosis en las superficies de las carnes, produciendo una película superficial viscosa, lipólisis, olores y sabores extraños y coloraciones anormales: blanca, crema, rosada o parda, causadas por los pigmentos de las levaduras.

Las muestras almacenadas a temperatura de congelación mostraron una mejor estabilidad al color (Tabla H.7) que las muestras almacenadas a temperatura de refrigeración, estos resultados coinciden con investigaciones realizada por Hankins & Hiner, (1941) y (Ramsbottom, (1947) citados en Costell y Duran, (1981), donde demostraron que existe una mayor estabilidad del color de la carne a temperaturas cuanto más bajas por debajo de cero. Ocurre algún cambio que previene el deterioro del color en la masa muscular, posiblemente por una disminución de la capacidad para formar Oximioglobina o para convertir Oximioglobina en Metamioglobina.

La variación de color, olor y textura (Tabla H.7, Tabla H.8 y Tabla H.9) en las muestras tratadas con extractos acuosos de ajo y orégano en esta investigación estuvieron influenciados por varios factores como los mencionados por Ranken, (2003): cambios químicos, desnaturalización de proteína, oxidación e hidrólisis, pH y la acción de las enzimas. Además de ello se puede decir que los componentes de los extractos aplicados también tuvieron una influencia considerable en la calidad sensorial.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones

- La muestra testigo almacenada a temperatura de congelación mostró una menor carga microbiana y menor variación de pH y % de ácido láctico que la almacenada a temperatura de refrigeración.
- Las muestras de carne de porcino tratadas con extractos de ajo y orégano almacenados a temperatura de congelación tuvieron mejores resultados tanto en la calidad fisicoquímica y microbiológica que las muestras almacenadas a temperatura de refrigeración.
- Con la prueba de comparación de medias Tuckey se determinó que a concentraciones de 100% y 70% de extractos acuosos de ajo y orégano las muestras de carne de porcino presentaron mayor diferencia significativa con las muestras tratadas a una concentración de 50% de extracto.
- Los resultados obtenidos en las muestras tratadas con extracto de ajo mostraron mayor efectividad antimicrobiana que los obtenidos en las muestras tratadas con extracto de orégano.
- Con la prueba de comparación de medias Dunnet, en la que se comparó los resultados obtenidos en las muestras testigo con los obtenidos en cada tratamiento, se determinó la existencia de diferencia significativa entre las muestras testigo y los tratamientos.
- Las carnes conservadas con extractos acuosos de ajo y orégano pueden ser utilizadas como materia prima para embutidos, por el color y aroma que las especias mencionadas le confieren.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar investigación sobre obtención de extractos acuosos de especias a nivel industrial, ya que estos tienen gran importancia en la industria alimentaria pudiendo ser utilizados como conservantes y aromatizantes.
- Realizar investigaciones en pruebas microbiológicas para identificar microorganismos psicrófilos en carnes almacenadas en congelación y tratadas con extractos de especias que tengan importancia bactericida.
- Realizar investigaciones a cerca de cómo disminuir las pigmentaciones que el extracto de orégano le confiere a la carne dándole un color oscuro a altas concentraciones, en el caso del extracto de ajo a altas concentraciones la carne pierde su color tornándose de color blanquecino, lo cual es aceptable por el consumidor solo para elaborar productos cárnicos como embutidos, perdiendo aceptabilidad para otros usos.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ANMAT. (2002). Guía de Interpretación de Resultados Microbiológicos de Alimentos. Instituto Nacional de Alimentos. Argentina
- Arcila, C., et al. (2004). El orégano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes. Rev. Alan. Caracas – Venezuela. Volumen 54. número 1, Artículo N° 14
- Calderón, V. (2000). Microbiología alimentaria: metodología analítica para alimentos. Segunda edición. Editorial Díaz de Santos. Madrid – España.
- Carretero, M. (2000). Plantas medicinales: Importancia del ajo en el mantenimiento de la salud I.  
Disponibile en:  
[http://www.compuestosquimicos.com/ajo/ctl\\_servlet?\\_f=37&id=133280](http://www.compuestosquimicos.com/ajo/ctl_servlet?_f=37&id=133280)  
Accesado el: 30/10/09
- Castro, N., et al. (2004). Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo: Sobrevivencia de *E. coli* y *Staphylococcus aureus* en productos mínimamente procesados. Rev Cubana Salud Pública; México
- Cheftel J. y Cheftel H. (1997). Introducción a la Bioquímica y tecnología de los alimentos. Vol I. editorial Acribia S.A. Zaragoza – España
- Costell, E. y Duran, L. (1981), Análisis Sensorial en el Control de Calidad de los Alimentos I, Rev Agroquímica y Tecnológica de Alimentos, 1–10 Chile.
- Egan, H., et al. (1991). Análisis químicos de alimentos de Pearson. Editorial continental S.A de C.V. Mexico
- Forsythe, S.J (2003). Alimentos seguros: Microbiologia. Editorial Acribia S.A.

Zaragoza - España.

- García R y Herrera A. (2007). Evaluación de la inhibición de cinco cepas bacterianas patógenas por extractos acuosos de *Allium sativum*, *Allium fistulosum* y *Allium cepa*: estudio preliminar in vitro. Revistas BISTUA VOL 5. No. 2. Facultad de Ciencias Básicas, Departamento de Microbiología, Grupo de investigación en Ciencias Aplicadas, (GICA-UP). Universidad de Pamplona.
- Gomez, R., et al. (2000). Conservación no convencional de carnes de cerdo en etapas de comercialización. Asociación Interciencia. Volumen 5. número 006. ISSN- version impresa. Caracas Venezuela.
- Guerrero, I y Arteaga, R. (1998). Tecnología de carnes: Elaboración y preservación de productos cárnicos. Editorial Trillas. México
- Hernández, M., et al. (2005). Aplicación de aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) en carne de cerdo para su conservación. Universidad autónoma agraria Antonio Narro. Dpto. de nutrición México. Edición especial N°.1
- Herrera, A. y García, R. (2006). Evaluación in Vitro del efecto bactericida de extractos acuosos de laurel, clavo, canela y tomillo, sobre cinco cepas bacterianas patógenas de origen alimentario. Bistua: revista de la facultad de ciencias básicas vol 4, número 002. universidad de Pamplona. Bucaramanga Colombia.
- Hirasa, K. y Takemasa, M. (2002). Ciencia y tecnología de las especias. Editorial Acribia S.A. Zaragoza - España
- Holística. (2000). Fitonatura: beneficios del ajo.

Disponible en:

<http://www.ajo.es.holistica2000.com/ajo.quimica.html>

Accesado el: 30/10/09

- ICMFS. (2001). Microorganismos de los alimentos. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza – España
- Jasper, W. y Placzek, R. (1978). Conservación de la carne por el frío. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España.
- Ku, J., (2008). Tesis: Actividad antimicrobiana de extractos de orégano (*Oreganum vulgare* L.) contra microorganismos fitopatógenos. Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ingeniería - Querétaro
- Lopez, T., (2009). Ajo: Características químicas del ajo.  
Disponible en:  
[http://www.doymafarma.com/doymafarma/ctl\\_servlet?\\_f=37&id=13097](http://www.doymafarma.com/doymafarma/ctl_servlet?_f=37&id=13097)  
Accesado el: 30/10/09
- Mostacero, L; Mejia, F & Gamarra O. (2002). Taxonomía de las Fanerógamas útiles en el Perú Edit. Normas legales S.A.C. Vol. I y II Trujillo – Perú.
- Matissek, R., (1998). Análisis de los alimentos: fundamentos, métodos, aplicaciones. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España
- Medina, R., et al. (2002). IX Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Aceite esencial de tomillo como antioxidante y conservador de hamburguesas funcionales. Rev. FCA UNCuyo. Tomo XXXV. N° 2. Buenos Aires
- Molina, A. y Ruedas, C. (2004) Manual del participante: Industrialización de carne de cerdo.
- Montaner, J. (2004). Poder de las hierbas: orégano – carvacrol y timol

Disponible en:

<http://spanish.alibaba.com/product-gs/carvacrol-tiimol-221326448.html>

Accesado el: 20/10/09

- Montgomery, D. C. (1988). Diseño y análisis de experimentos. Editorial Ibero América. - México
- Morales, J. y López, J. (1999). Efecto bacteriostático de aceites esenciales de ajo y cebolla sobre dos microorganismos presentes en carne. Tesis, Maestría en Biotecnología UAM-I
- Muller, G. (1981). Microbiología de los alimentos vegetales. Editorial Acribia S.A. Zaragoza - España
- Niinivaara, F. y Antilla, P. (1973). Valor nutritivo de la carne. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España
- Noskowa, G. (1996). Microbiología de las carnes conservadas por el frío. Editorial Acribia Zaragoza- España
- Paramo, D., et al. (2007). V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones: Efecto de la adición de goma arábica y maltodextrina sobre las propiedades del ajo deshidratado por aspersión. Instituto Tecnológico de Veracruz - Mexico.
- Paredes, M., et al. (2007). Efecto antimicrobiano del orégano y de su aceite esencial sobre cinco especies del genero vibrio. Revista fitotecnia Mexicana, año/vol.30, número 003., Sociedad Mexicana de Fotogénetica, A.C; chapingo \_mexico
- Roatta, C. (2002). Sabor y seguridad en los conservantes naturales

Disponible en:



[http://europa.eu.int/comm/food/fs/sfp/addit\\_flavor/flav11\\_en.pdf](http://europa.eu.int/comm/food/fs/sfp/addit_flavor/flav11_en.pdf)

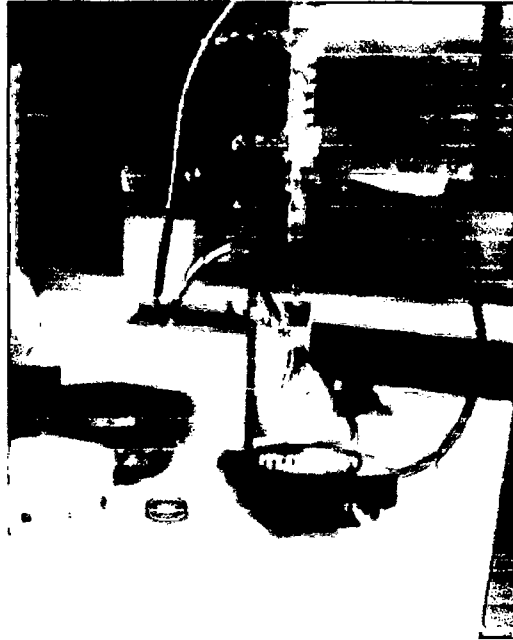
Accesado el: 30/10/09

- Ranken, M. (2003). Manual de industrias de la carne. AMV Ediciones y Mundi Prensa - Londres
- Rodríguez, R., et al. (2003). Biotecnología. Nuevos conservantes para la industria alimenticia. Programa LEGITE – Castilla
- Sanchez, R., et al. (2004). Tecnología alimentaria: características organolépticas de alimentos congelados.  
  
Disponible en  
[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S151693322006000400015&script=sci\\_arttext&tlng=es](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S151693322006000400015&script=sci_arttext&tlng=es)  
  
Accesado el 25/10/09
- Tainter, D, Grenis, A. (1996). Especies y aromatizantes alimentarios. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza – España
- Thatcher, F.S. & Clear, D.S. (1975). Análisis microbiológico de los alimentos. Editorial Acribia- España
- Tobar, N. (2004). Informe de tesis. Características microbiológicas y nutricionales de “Carnes” y aspectos antropológicos relacionados. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Valcarcel, M., et al. (2008). Potencialidades de Antioxidantes naturales. Departamento de Botánica y de Química Analítica. Universidad de Córdoba - España
- Valderrama, S. (2002). Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica. Primera edición. Editorial San Marcos – Perú.

# **ANEXOS**

## ANEXO A

### Fotografías de la obtención de los extractos acuosos



**Foto 1.** Obtención de extractos acuosos de ajo.



**Foto 2.** Obtención de extractos acuosos de orégano por reflujo.

## ANEXO B

### Fotografías del análisis fisicoquímico de la carne de porcino

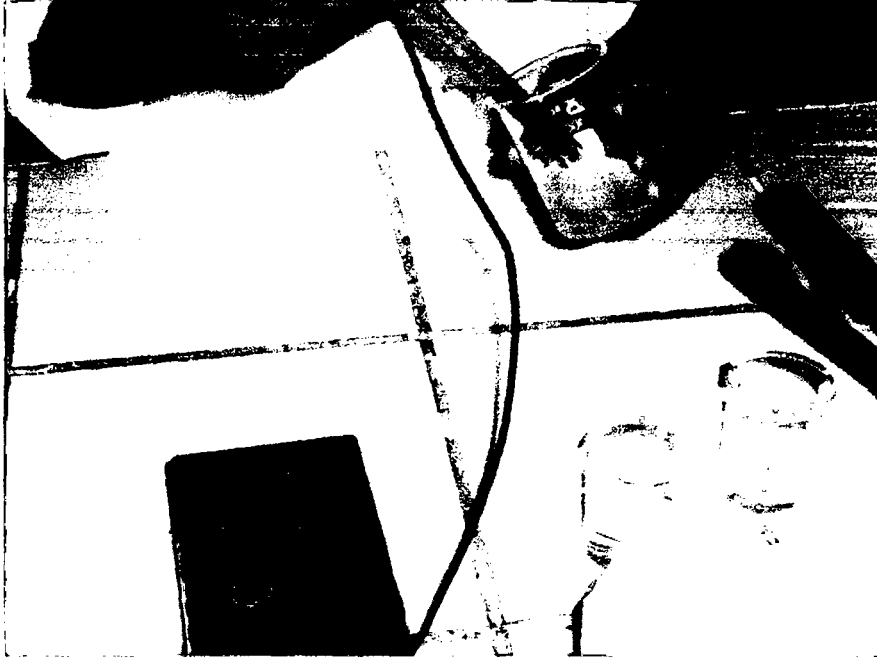


Foto 3. Determinación de pH.

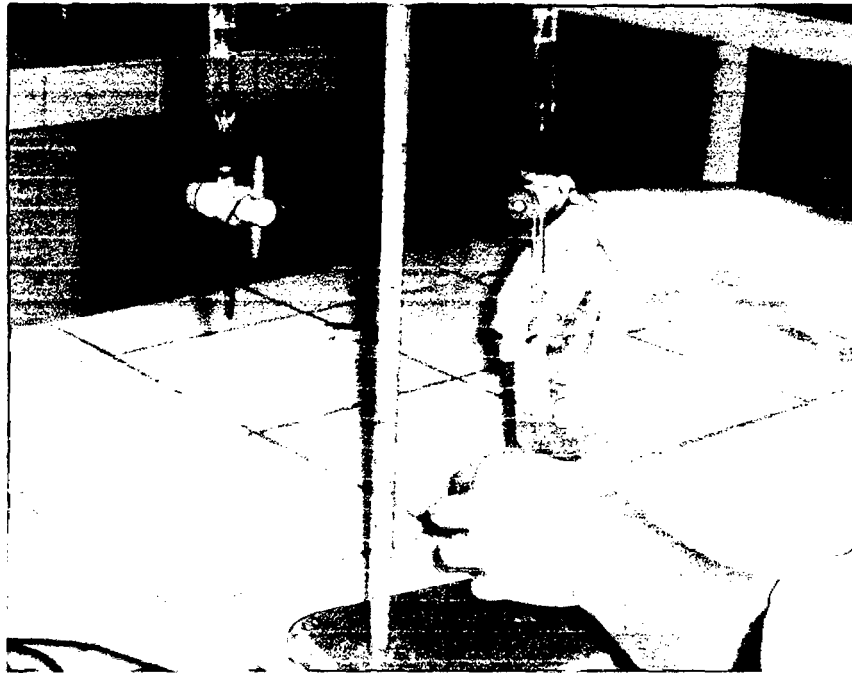


Foto 4. Determinación de acidez titulable.

## ANEXO C

### Fotografías del análisis microbiológico de la carne de porcino



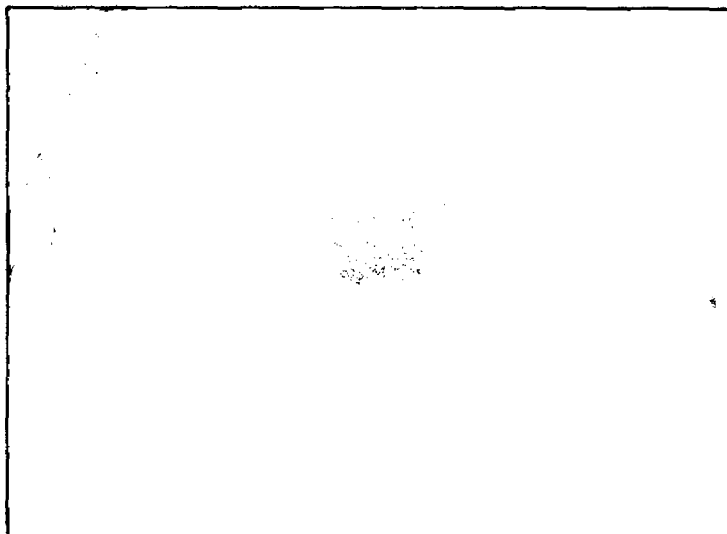
**Foto 5.** Acondicionamiento de la carne de porcino.



**Foto 6.** Siembra de microorganismos.

## ANEXO D

### Fotografías del análisis sensorial de la carne de porcino



**Foto 7.** Presentación de muestras codificadas.



**Foto 8.** Presentación de muestras con escala de colores.



**Foto 9.** Evaluación del olor de la carne de porcino.

## ANEXO E

### Fichas del análisis sensorial

#### Test de Análisis Sensorial I

Apellidos y nombres.....  
Fecha.....  
Muestra evaluada: carne de cerdo.....

A continuación se le representa muestras con diferentes tratamientos, por favor evalúe el color de la muestra e indique el puntaje correspondiente llenando la tabla que se te presenta en la parte inferior de acuerdo a la escala que se te presenta a continuación:

% de color inadecuado	Puntaje
0 - 20	1
21 - 40	2
41 - 60	3
61 - 80	4
81 - 100	5

MUESTRA	PUNTAJE

**Nota:** para determinar el porcentaje de color inadecuado, se te proporciona una escala de color de carne de cerdo; la que te permitirá definir el porcentaje que le corresponde a cada una de las muestras:



## Test de Análisis Sensorial II

Apellidos y nombres.....

Fecha.....

Muestra evaluada: carne de cerdo.....

A continuación se le representa muestras con diferentes tratamientos, por favor evalúe la variación del olor de la muestra en base a una muestra control que se te proporciona, e indique el puntaje correspondiente llenando la tabla que se te presenta en la parte inferior:

Variación de olor	Puntaje
Ninguna	1
Ligera	2
Pequeña	3
moderada	4
extrema	5

<b>MUESTRA</b>	<b>PUNTAJE</b>

### Test de Análisis Sensorial III

Apellidos y nombres.....

Fecha.....

Muestra evaluada: carne de cerdo.....

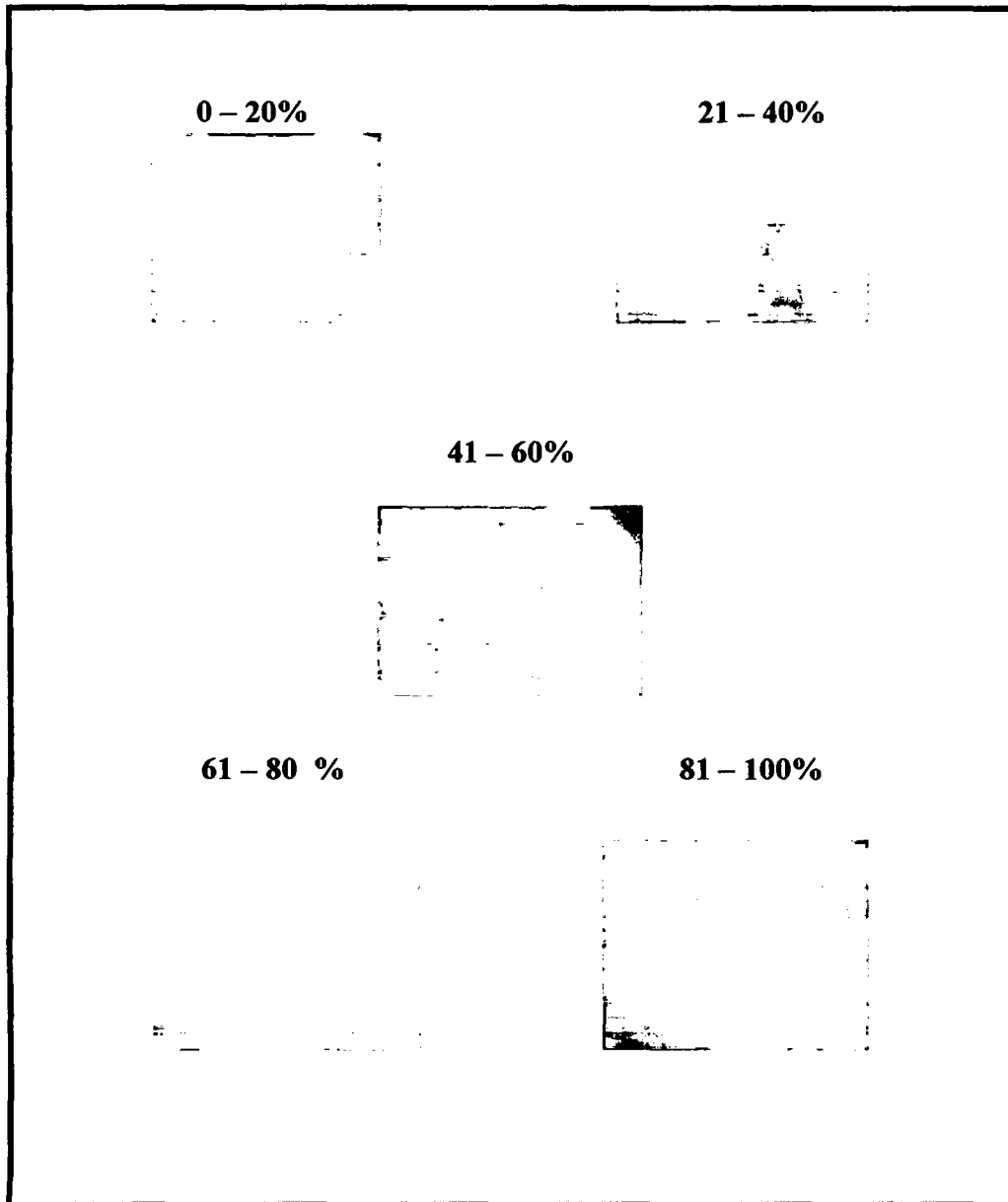
A continuación se le representa muestras con diferentes tratamientos, por favor evalúe la variación de textura de la muestra en base a una muestra control que se te proporciona, e indique el puntaje correspondiente llenando la tabla que se te presenta en la parte inferior:

Variación de textura	Puntaje
Ninguna	1
Ligera	2
Pequeña	3
moderada	4
extrema	5

<b>MUESTRA</b>	<b>PUNTAJE</b>

## ANEXO F

### Escala de colores de carne de porcino



## ANEXO G

### Análisis de varianza (ANVA) de los resultados obtenidos

**Tabla G.1. ANVA Variación del pH de la carne fresca de porcino.**

FV	GL	SC	CM	FC	FT	Sig.
A	5	0.666107937	0.133221587	107.77477	2.21	*
B	6	7.42482619	1.237471032	1001.1002	2.1	*
C	1	0.459434921	0.459434921	371.67769	3.84	*
AB	30	327.5908976	10.91969659	8833.9118	1.46	*
AC	5	0.041493651	0.00829873	6.7135795	2.21	*
BC	6	0.231192857	0.038532143	31.172071	2.1	*
ABC	30	0.882045238	0.029401508	23.78549	1.46	*
Error I	168	0.21	0.001236111			
<b>Total</b>	<b>251</b>	<b>337.50</b>				

Cv=0.022%

\* indica diferencia significativa

**Tabla G.2. ANVA Variación del % de ácido láctico en carne fresca de porcino**

FV	SC	GL	CM	FC	FT	Sig
A	0,037031746	5	0,007406349	36,5245	2,21	*
B	0,25413254	6	0,042355423	208,876	2,1	*
C	0,008928571	1	0,008928571	44,0313	3,84	*
AB	0,095096032	30	0,003169868	15,6322	1,46	*
AC	0,000447619	5	0,00008952	0,44149	2,21	
BC	0,002576984	6	0,000429497	2,11807	2,1	*
ABC	0,002	30	0,000059550	0,29367	1,46	
<b>ERROR</b>	<b>0,034066667</b>	<b>168</b>	<b>0,000202778</b>			
<b>TOTAL</b>	<b>0,434066667</b>	<b>251</b>				

Cv=0.03%

\* indica diferencia significativa

**Tabla G.3. ANVA Recuento de bacterias aerobios mesófilos (UFC/g) en carne fresca de porcino**

FV	SC	GL	CM	FC	FT	Sig.
A	5115446428571,44	5	1023089285714,29	6,035375294	2,21	*
B	39871771428571,40	6	6645295238095,24	39,20171119	2,1	*
C	3811032142857,12	1	3811032142857,12	22,48191781	3,84	*
AB	29254528571428,60	30	975150952380,95	5,752579025	1,46	*
AC	627617857142,88	5	125523571428,58	0,740484601	2,21	
BC	874542857142,88	6	145757142857,15	0,859845833	2,1	
ABC	45100714286,09	30	1503357142,87	0,008868556	1,46	
ERROR	28478593564429,00	168	169515437883,51			
<b>TOTAL</b>	<b>108078633564429,00</b>	<b>251</b>				

Cv=0.13%

\* indica diferencia significativa

**Tabla G.4. ANVA Recuento de *E-coli* (UFC/g) en carne fresca de porcino**

FV	SC	GL	CM	FC	FT	Sig.
A	516700,9	5	103340,1786	2,07405417	2,21	*
B	1664246,4	6	277374,4048	5,566949359	2,1	*
C	360022,3	1	360022,3214	7,225706472	3,84	*
AB	8498692,9	30	283289,7619	5,685671538	1,46	*
AC	20029,5	5	4005,892857	0,08039892	2,21	
BC	84271,4	6	14045,2381	0,28189021	2,1	
ABC	1390,1	30	46,33597883	0,000929971	1,46	
ERROR	8370634,8	168	49825,20711			
<b>TOTAL</b>	<b>11171787,47</b>	<b>251</b>				

Cv= 0.09%

\* indica diferencia significativa

**Tabla G.5. ANVA Recuento de *Staphylococcus aureus* (UFC/g) carne fresca de porcino**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT</b>	<b>Sig.</b>
<b>A</b>	5	2575299.651	515059.9302	1.495433148	2.21	*
<b>B</b>	6	4347226.881	724537.8135	2.103634547	2.1	*
<b>C</b>	1	200377.9206	200377.9206	0.581780424	3.84	
<b>AB</b>	30	11804658.4	393488.6135	1.142461064	1.46	
<b>AC</b>	5	176284.5079	35256.90159	0.102365446	2.21	
<b>BC</b>	6	56930.69048	9488.448413	0.027548911	2.1	
<b>ABC</b>	30	850422.88	28347.42937	0.082304375	1.46	
<b>Error</b>	168	57862879.67	344421.9028			
<b>TOTAL</b>	<b>251</b>	<b>77874080.60</b>				

Cv=0.18%

\* indica diferencia significativa

**Tabla G.6. ANVA Recuento de *Salmonella shigella* (UFC/g) carne fresca de porcino**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT</b>	<b>Sig.</b>
<b>A</b>	5	199689.286	39937.8571	7.8181047	2.21	*
<b>B</b>	6	23873035.7	3978839.29	778.884606	2.1	*
<b>C</b>	1	529375	529375	103.628724	3.84	*
<b>AB</b>	30	701635.714	23387.8571	4.57833066	1.46	*
<b>AC</b>	5	199689.286	39937.8571	7.8181047	2.21	*
<b>BC</b>	6	1848750	308125	60.3175454	2.1	*
<b>ABC</b>	30	701635.71	23387.8571	4.57833066	1.46	*
<b>Error</b>	168	858208.00	5108.38095			
<b>TOTAL</b>	<b>251</b>	<b>28912018.71</b>				

Cv=0.16%

\* indica diferencia significativa

**Tabla G.7. ANVA Puntuaciones sensoriales de variación de color en carne fresca de porcino**

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT</b>	<b>Sig.</b>
<b>A</b>	4,2945274	5	0,8589055	18,8869	2,21	*
<b>B</b>	42,29461	6	7,0491016	155,006	2,1	*
<b>C</b>	1,0247813	1	1,0247813	22,5345	3,84	*
<b>AB</b>	43,363948	30	1,4454649	31,7851	1,46	*
<b>AC</b>	1,2005591	5	0,2401118	5,27995	2,21	*
<b>BC</b>	0,2372937	6	0,0395489	0,86966	2,1	
<b>ABC</b>	0,01	30	0,000325	0,00715	1,46	
<b>ERROR</b>	7,64	168	0,0454762			
<b>TOTAL</b>	<b>100,06547</b>	<b>251</b>				

Cv=0.05%

\* indica diferencia significativa

**Tabla G.8. ANVA Puntuaciones sensoriales de variación de olor en carne fresca de porcino**

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT</b>	<b>Sig.</b>
<b>A</b>	10,9077	5	2,181546	26,481	2,21	*
<b>B</b>	206,581	6	34,43017	417,94	2,1	*
<b>C</b>	0,0254	1	0,0254	0,3083	3,84	
<b>AB</b>	96,5273	30	3,217576	39,057	1,46	*
<b>AC</b>	2,41329	5	0,482658	5,8589	2,21	*
<b>BC</b>	0,00476	6	0,000793	0,0096	2,1	
<b>ABC</b>	0,35	30	0,011719	0,1423	1,46	
<b>ERROR</b>	13,84	168	0,082381			
<b>TOTAL</b>	<b>330,66</b>	<b>251</b>				

Cv=0.04%

\* indica diferencia significativa

**Tabla G.9. ANVA Puntuaciones sensoriales de variación de textura en carne fresca de porcino**

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT</b>	<b>Sig.</b>
<b>A</b>	4,2945274	5	0,8589055	18,8869	2,21	*
<b>B</b>	42,29461	6	7,0491016	155,006	2,1	*
<b>C</b>	1,0247813	1	1,0247813	22,5345	3,84	*
<b>AB</b>	43,363948	30	1,4454649	31,7851	1,46	*
<b>AC</b>	1,2005591	5	0,2401118	5,27995	2,21	*
<b>BC</b>	0,2372937	6	0,0395489	0,86966	2,1	
<b>ABC</b>	0,01	30	0,000325	0,00715	1,46	
<b>ERROR</b>	7,64	168	0,0454762			
<b>TOTAL</b>	<b>100,06547</b>	<b>251</b>				

Cv=0.05%

\* indica diferencia significativa



## ANEXO H

### Resultados obtenidos con la comparación de medias Tuckey y Dunnet

**Tabla H.1. Evaluación de los niveles de pH en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C**

Trat.	Días de almacenamiento						
	0	5	10	15	20	25	30
<b>A50R</b>	6,10aaa	6,24bbb	6,35c <sup>b</sup> b	6,43c <sup>b</sup> b	6,52dbb	6,70e <sup>b</sup> b	6,82e <sup>b</sup> b
<b>A50C</b>	6,10aaa	6,18acc	6,28bcc	6,35bcc	6,42bcb	6,55dcb	6,70dbb
<b>A70R</b>	6,10aaa	6,18acc	6,33bbb	6,42c <sup>b</sup> b	6,50c <sup>b</sup> b	6,62dbb	6,81e <sup>b</sup> b
<b>A70C</b>	6,10aaa	6,16acc	6,25acc	6,30acc	6,35acc	6,40bdd	6,52bdc
<b>A100R</b>	6,10aaa	6,20bbb	6,24adc	6,30acc	6,35acc	6,40bdd	6,55bcd
<b>A100C</b>	6,10aaa	6,15acc	6,22adc	6,26add	6,30add	6,32aed	6,40aed
<b>O50R</b>	6,10aaa	6,20bbb	6,33bbb	6,50dbb	6,60e <sup>b</sup> b	6,75e <sup>b</sup> b	6,90f <sup>b</sup> b
<b>O50C</b>	6,10aaa	6,15acc	6,22bdc	6,33bcc	6,40bcb	6,50cdb	6,60cdc
<b>O70R</b>	6,10aaa	6,20bbb	6,32bbb	6,40c <sup>b</sup> d	6,47c <sup>b</sup> b	6,55dcb	6,70dbb
<b>O70C</b>	6,10aaa	6,19abc	6,29bcc	6,35bcc	6,40bcc	6,48ccc	6,57ccc
<b>O100R</b>	6,10aaa	6,20bbb	6,27bcc	6,32bcc	6,38bcc	6,45bdc	6,60ccc
<b>O100C</b>	6,10aaa	6,17acc	6,24adc	6,28add	6,32add	6,36aed	6,45aed
<b>TC</b>	6,10a	6,28a	6,40a	6,54a	6,70a	6,82a	6,95a
<b>TR</b>	6,10a	6,30a	6,45a	6,58a	6,75a	6,87a	7,00a

<sup>a,b,c,d,e,f</sup> Valores en la misma columna con diferente letra (del mismo color) indican diferencias significativas entre tratamientos para  $p \leq 0.05$  de acuerdo a la prueba Tuckey ( $ALS_T = 0.0486$ ) y entre las muestras testigo para  $p \leq 0.05$  de acuerdo a la prueba Dunnet ( $ALS_D = 0.077$ )

**Tabla H.2. Variación del % de ácido láctico en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C**

Trat.	Días de almacenamiento						
	0	5	10	15	20	25	30
<b>A50R</b>	0,22aaa	0,21abb	0,20acc	0,18bcc	0,15ccc	0,14ccc	0,12ccc
<b>A50C</b>	0,22aaa	0,21abb	0,20acc	0,19bcc	0,17bdd	0,15cdd	0,13bdc
<b>A70R</b>	0,22aaa	0,21abb	0,20acc	0,19bcc	0,18bdd	0,16bdd	0,14bdd
<b>A70C</b>	0,22aaa	0,22acc	0,21adc	0,21aed	0,19aee	0,17aee	0,15aee
<b>A100R</b>	0,22aaa	0,21abb	0,21adc	0,20add	0,18bdd	0,16bdd	0,15aee
<b>A100C</b>	0,22aaa	0,22acc	0,21adc	0,21aed	0,20aee	0,18aee	0,16afe
<b>O50R</b>	0,22aaa	0,20aab	0,18bbb	0,15cab	0,13dab	0,11dbb	0,09eab
<b>O50C</b>	0,22aaa	0,20aab	0,19bbb	0,17cbb	0,14dbb	0,12dbb	0,10dbb
<b>O70R</b>	0,22aaa	0,20aab	0,18bbb	0,16cbb	0,14dbb	0,12dbb	0,10dbb
<b>O70C</b>	0,22aaa	0,21abb	0,20acc	0,18bcb	0,16ccc	0,15bdd	0,12ccc
<b>O100R</b>	0,22aaa	0,20aab	0,19bbb	0,18bcb	0,15ccc	0,13ccc	0,12dcc
<b>O100C</b>	0,22aaa	0,21abb	0,20acc	0,19bcb	0,17bdd	0,15bdd	0,14bdd
<b>TC</b>	0,22a	0,20a	0,17a	0,15a	0,13a	0,10a	0,09a
<b>TR</b>	0,22a	0,19a	0,16a	0,14a	0,11a	0,09a	0,08a

<sup>a,b,c,d,e</sup> valores en la misma columna con diferente letra (del mismo color) indican diferencias significativas entre tratamientos para  $p \leq 0.05$  de acuerdo a la prueba Tuckey ( $ALS_T = 0.062$ ) y entre las muestras testigo para  $p \leq 0.05$  de acuerdo a la prueba Dunnet ( $ALS_D = 0.031$ )

**Tabla H.3. Recuento de mesófilos aerobios (UFC/g) en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C**

Trat.	Días de almacenamiento						
	0	5	10	15	20	25	30
<b>A50R</b>	5x10 <sup>5</sup> <sub>a3a</sub>	1.1x10 <sup>6</sup> <sub>c3b</sub>	1.33x10 <sup>6</sup> <sub>c3b</sub>	1.5x10 <sup>6</sup> <sub>c3b</sub>	1.63x10 <sup>6</sup> <sub>d3b</sub>	1.82x10 <sup>6</sup> <sub>e3b</sub>	2.02x10 <sup>6</sup> <sub>e3b</sub>
<b>A50C</b>	5x10 <sup>5</sup> <sub>a3a</sub>	9.2x10 <sup>5</sup> <sub>b3c</sub>	1.1x10 <sup>6</sup> <sub>b3b</sub>	1.24x10 <sup>6</sup> <sub>b3c</sub>	1.38x10 <sup>6</sup> <sub>b3d</sub>	1.55x10 <sup>6</sup> <sub>c3d</sub>	1.73x10 <sup>6</sup> <sub>c3c</sub>
<b>A70R</b>	5x10 <sup>5</sup> <sub>a3a</sub>	9.7x10 <sup>5</sup> <sub>b3c</sub>	1.16x10 <sup>6</sup> <sub>c3b</sub>	1.3x10 <sup>6</sup> <sub>b3c</sub>	1.43x10 <sup>6</sup> <sub>c3c</sub>	1.63x10 <sup>6</sup> <sub>d3c</sub>	1.79x10 <sup>6</sup> <sub>d3c</sub>
<b>A70C</b>	5x10 <sup>5</sup> <sub>a3a</sub>	7x10 <sup>5</sup> <sub>a3c</sub>	8.5x10 <sup>5</sup> <sub>a3c</sub>	1.04x10 <sup>6</sup> <sub>a3d</sub>	1.15x10 <sup>6</sup> <sub>a3e</sub>	1.33x10 <sup>6</sup> <sub>a3e</sub>	1.50x10 <sup>6</sup> <sub>a3e</sub>
<b>A100R</b>	5x10 <sup>5</sup> <sub>a3a</sub>	8x10 <sup>5</sup> <sub>a3c</sub>	9.8x10 <sup>5</sup> <sub>a3c</sub>	1.16x10 <sup>6</sup> <sub>a3d</sub>	1.26x10 <sup>6</sup> <sub>a3d</sub>	1.46x10 <sup>6</sup> <sub>a3d</sub>	1.60x10 <sup>6</sup> <sub>b3d</sub>
<b>A100C</b>	5x10 <sup>5</sup> <sub>a3a</sub>	6.3x10 <sup>5</sup> <sub>a3b</sub>	7.9x10 <sup>5</sup> <sub>a3c</sub>	1x10 <sup>6</sup> <sub>a3d</sub>	1.11x10 <sup>6</sup> <sub>a3e</sub>	1.30x10 <sup>6</sup> <sub>a3e</sub>	1.43x10 <sup>6</sup> <sub>a3f</sub>
<b>O50R</b>	5x10 <sup>5</sup> <sub>a3a</sub>	1.2x10 <sup>6</sup> <sub>c3b</sub>	1.46x10 <sup>6</sup> <sub>d3b</sub>	1.63x10 <sup>6</sup> <sub>d3b</sub>	1.76x10 <sup>6</sup> <sub>d3b</sub>	1.97x10 <sup>6</sup> <sub>e3b</sub>	2.18x10 <sup>6</sup> <sub>e3b</sub>
<b>O50C</b>	5x10 <sup>5</sup> <sub>a3a</sub>	1.05x10 <sup>6</sup> <sub>b3b</sub>	1.26x10 <sup>6</sup> <sub>b3b</sub>	1.42x10 <sup>6</sup> <sub>c3b</sub>	1.56x10 <sup>6</sup> <sub>c3c</sub>	1.74x10 <sup>6</sup> <sub>d3c</sub>	1.92x10 <sup>6</sup> <sub>d3b</sub>
<b>O70R</b>	5x10 <sup>5</sup> <sub>a3a</sub>	1.15x10 <sup>6</sup> <sub>c3b</sub>	1.40x10 <sup>6</sup> <sub>c3b</sub>	1.58x10 <sup>6</sup> <sub>d3b</sub>	1.70x10 <sup>6</sup> <sub>d3b</sub>	1.89x10 <sup>6</sup> <sub>e3b</sub>	2.09x10 <sup>6</sup> <sub>e3b</sub>
<b>O70C</b>	5x10 <sup>5</sup> <sub>a3a</sub>	8.5x10 <sup>5</sup> <sub>a3c</sub>	1.06x10 <sup>6</sup> <sub>a3c</sub>	1.2x10 <sup>6</sup> <sub>b3c</sub>	1.34x10 <sup>6</sup> <sub>b3d</sub>	1.50x10 <sup>6</sup> <sub>c3d</sub>	1.68x10 <sup>6</sup> <sub>c3d</sub>
<b>O100R</b>	5x10 <sup>5</sup> <sub>a3a</sub>	1.01x10 <sup>6</sup> <sub>b3b</sub>	1.2x10 <sup>6</sup> <sub>b3b</sub>	1.38x10 <sup>6</sup> <sub>b3c</sub>	1.50x10 <sup>6</sup> <sub>c3c</sub>	1.69x10 <sup>6</sup> <sub>d3c</sub>	1.87x10 <sup>6</sup> <sub>d3c</sub>
<b>O100C</b>	5x10 <sup>5</sup> <sub>a3a</sub>	7.6x10 <sup>5</sup> <sub>a3c</sub>	9x10 <sup>5</sup> <sub>a3c</sub>	1.10x10 <sup>6</sup> <sub>a3d</sub>	1.20x10 <sup>6</sup> <sub>a3d</sub>	1.40x10 <sup>6</sup> <sub>a3d</sub>	1.56x10 <sup>6</sup> <sub>a3e</sub>
<b>TC</b>	5x10 <sup>5</sup> <sub>a</sub>	1.4x10 <sup>6</sup> <sub>a</sub>	1.75x10 <sup>6</sup> <sub>a</sub>	2x10 <sup>6</sup> <sub>a</sub>	2.28x10 <sup>6</sup> <sub>a</sub>	2.39x10 <sup>6</sup> <sub>a</sub>	2.55x10 <sup>6</sup> <sub>a</sub>
<b>TR</b>	5x10 <sup>5</sup> <sub>a</sub>	1.6x10 <sup>6</sup> <sub>a</sub>	1.9x10 <sup>6</sup> <sub>a</sub>	2.2x10 <sup>6</sup> <sub>a</sub>	2.40x10 <sup>6</sup> <sub>a</sub>	2.50x10 <sup>6</sup> <sub>a</sub>	2.70x10 <sup>6</sup> <sub>a</sub>

<sup>a,b,c,d,e,f</sup> valores en la misma columna con diferente letra (del mismo color) indican diferencias significativas entre tratamientos para  $p \leq 0.05$  de acuerdo a la prueba Tuckey ( $ALS_T=1190917,64$ ) y entre las muestras testigo para  $p \leq 0.05$  de acuerdo a la prueba Dunnet ( $ALS_D= 397943$ )

**Tabla H.4. Recuento de *Escherichia coli* (UFC/g) en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C**

Trat.	Días de almacenamiento						
	0	5	10	15	20	25	30
<b>A50R</b>	8x10 <sup>2</sup> aa	9.5x10 <sup>2</sup> cbb	1.02x10 <sup>3</sup> cbb	1.06x10 <sup>3</sup> cbb	1.09x10 <sup>3</sup> dbb	1.12x10 <sup>3</sup> ebb	1.15x10 <sup>3</sup> ebb
<b>A50C</b>	8x10 <sup>2</sup> aaa	9x10 <sup>2</sup> bbb	9.40x10 <sup>2</sup> bcc	9.9x10 <sup>2</sup> bcc	1x10 <sup>3</sup> ccb	1.03x10 <sup>3</sup> ccc	1.05x10 <sup>3</sup> ccd
<b>A70R</b>	8x10 <sup>2</sup> aaa	9.15x10 <sup>2</sup> bbb	9.6x10 <sup>2</sup> bbb	1x10 <sup>3</sup> bcc	1.02x10 <sup>3</sup> ccb	1.04x10 <sup>3</sup> ccc	1.07x10 <sup>3</sup> ccc
<b>A70C</b>	8x10 <sup>2</sup> aaa	8.4x10 <sup>2</sup> acc	8.6x10 <sup>2</sup> acc	8.9x10 <sup>2</sup> add	9.1x10 <sup>2</sup> add	9.2x10 <sup>2</sup> add	9.4x10 <sup>2</sup> ade
<b>A100R</b>	8x10 <sup>2</sup> aaa	8.6x10 <sup>2</sup> acc	8.9x10 <sup>2</sup> acc	9.5x10 <sup>2</sup> bcc	9.7x10 <sup>2</sup> bdc	9.8x10 <sup>2</sup> bdc	1x10 <sup>3</sup> bcd
<b>A100C</b>	8x10 <sup>2</sup> aaa	8.3x10 <sup>2</sup> acc	8.4x10 <sup>2</sup> adc	8.6x10 <sup>2</sup> add	8.8x10 <sup>2</sup> add	9x10 <sup>2</sup> add	9.2x10 <sup>2</sup> ade
<b>O50R</b>	8x10 <sup>2</sup> aaa	9.8x10 <sup>2</sup> cbb	1.06x10 <sup>3</sup> cbb	1.10x10 <sup>3</sup> cbb	1.13x10 <sup>3</sup> dbb	1.17x10 <sup>3</sup> ebb	1.2x10 <sup>3</sup> ebb
<b>O50C</b>	8x10 <sup>2</sup> aaa	9.3x10 <sup>2</sup> bbb	1x10 <sup>3</sup> bbb	1.04x10 <sup>3</sup> bbb	1.07x10 <sup>3</sup> bbb	1.1x10 <sup>3</sup> cbb	1.13x10 <sup>3</sup> dbc
<b>O70R</b>	8x10 <sup>2</sup> aaa	9.7x10 <sup>2</sup> cbb	1.04x10 <sup>3</sup> cbb	1.08x10 <sup>3</sup> cbb	1.11x10 <sup>3</sup> cbb	1.14x10 <sup>3</sup> dbb	1.17x10 <sup>3</sup> ebb
<b>O70C</b>	8x10 <sup>2</sup> aaa	8.8x10 <sup>2</sup> acc	9.2x10 <sup>2</sup> acc	9.7x10 <sup>2</sup> acc	9.9x10 <sup>2</sup> bcc	1x10 <sup>3</sup> bcc	1.02x10 <sup>3</sup> bcd
<b>O100R</b>	8x10 <sup>2</sup> aaa	9.2x10 <sup>2</sup> bbb	9.85x10 <sup>2</sup> bbb	1.02x10 <sup>3</sup> bbb	1.04x10 <sup>3</sup> bcb	1.07x10 <sup>3</sup> cbb	1.12x10 <sup>3</sup> dbc
<b>O100C</b>	8x10 <sup>2</sup> aaa	8.5x10 <sup>2</sup> acc	8.75x10 <sup>2</sup> acc	9.2x10 <sup>2</sup> acc	9.4x10 <sup>2</sup> adc	9.6x10 <sup>2</sup> adc	9.9x10 <sup>2</sup> add
<b>TC</b>	8x10 <sup>2</sup> a	1.04x10 <sup>3</sup> a	1.15x10 <sup>3</sup> a	1.21x10 <sup>3</sup> a	1.26x10 <sup>3</sup> a	1.3x10 <sup>3</sup> a	1.35x10 <sup>3</sup> a
<b>TR</b>	8x10 <sup>2</sup> a	1.09x10 <sup>3</sup> a	1.19x10 <sup>3</sup> a	1.25x10 <sup>3</sup> a	1.3x10 <sup>3</sup> a	1.34x10 <sup>3</sup> a	1.39x10 <sup>3</sup> a

a,b,c,d,e,f valores en la misma columna con diferente letra (del mismo color) indican diferencias significativas entre tratamientos para  $p \leq 0.05$  de acuerdo a la prueba Tuckey ( $ALS_T = 54.82$ ) y entre las muestra testigo  $p \leq 0.05$  de acuerdo a la prueba Dunnet ( $ALS_D = 126.7$ )

**Tabla H.5. Recuento de *Staphylococcus aureus* (UFC/g) en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C.**

Trat.	Días de almacenamiento						
	0	5	10	15	20	25	30
<b>A50R</b>	1.5x10 <sup>3</sup> a <sub>1a</sub>	1.45x10 <sup>3</sup> c <sub>bb</sub>	1.36x10 <sup>3</sup> c <sub>bb</sub>	1.32x10 <sup>3</sup> c <sub>bb</sub>	1.27x10 <sup>3</sup> c <sub>cc</sub>	1.27x10 <sup>3</sup> c <sub>cc</sub>	1.2x10 <sup>3</sup> c <sub>bc</sub>
<b>A50C</b>	1.5x10 <sup>3</sup> a <sub>1a</sub>	1.46x10 <sup>3</sup> c <sub>bb</sub>	1.40x10 <sup>3</sup> c <sub>bb</sub>	1.34x10 <sup>3</sup> c <sub>bb</sub>	1.33x10 <sup>3</sup> c <sub>bb</sub>	1.31x10 <sup>3</sup> d <sub>bb</sub>	1.24x10 <sup>3</sup> d <sub>bb</sub>
<b>A70R</b>	1.5x10 <sup>3</sup> a <sub>1a</sub>	1.35x10 <sup>3</sup> b <sub>cc</sub>	1.23x10 <sup>3</sup> b <sub>cc</sub>	1.2x10 <sup>3</sup> b <sub>cc</sub>	1.15x10 <sup>3</sup> a <sub>1b</sub>	1.1x10 <sup>3</sup> b <sub>1c</sub>	1.04x10 <sup>3</sup> b <sub>cc</sub>
<b>A70C</b>	1.5x10 <sup>3</sup> a <sub>1a</sub>	1.27x10 <sup>3</sup> a <sub>1d</sub>	1.10x10 <sup>3</sup> a <sub>1d</sub>	1.04x10 <sup>3</sup> a <sub>1d</sub>	1.07x10 <sup>3</sup> a <sub>1d</sub>	9.8x10 <sup>2</sup> a <sub>1d</sub>	9x10 <sup>2</sup> a <sub>1d</sub>
<b>A100R</b>	1.5x10 <sup>3</sup> a <sub>1a</sub>	1.33x10 <sup>3</sup> a <sub>1c</sub>	1.20x10 <sup>3</sup> a <sub>1c</sub>	1.15x10 <sup>3</sup> a <sub>1c</sub>	1.1x10 <sup>3</sup> a <sub>1d</sub>	1x10 <sup>3</sup> a <sub>1d</sub>	9.5x10 <sup>2</sup> a <sub>1d</sub>
<b>A100C</b>	1.5x10 <sup>3</sup> a <sub>1a</sub>	1.30x10 <sup>3</sup> a <sub>1c</sub>	1.14x10 <sup>3</sup> a <sub>1d</sub>	1x10 <sup>3</sup> a <sub>1d</sub>	1x10 <sup>3</sup> a <sub>1d</sub>	9.5x10 <sup>2</sup> a <sub>1e</sub>	9x10 <sup>2</sup> a <sub>1e</sub>
<b>O50R</b>	1.5x10 <sup>3</sup> a <sub>1a</sub>	1.52x10 <sup>3</sup> c <sub>1b</sub>	1.47x10 <sup>3</sup> d <sub>1b</sub>	1.4x10 <sup>3</sup> d <sub>1b</sub>	1.4x10 <sup>3</sup> d <sub>1b</sub>	1.4x10 <sup>3</sup> e <sub>1b</sub>	1.3x10 <sup>3</sup> e <sub>1b</sub>
<b>O50C</b>	1.5x10 <sup>3</sup> a <sub>1a</sub>	1.50x10 <sup>3</sup> c <sub>1b</sub>	1.42x10 <sup>3</sup> c <sub>1b</sub>	1.37x10 <sup>3</sup> c <sub>1b</sub>	1.37x10 <sup>3</sup> c <sub>1b</sub>	1.34x10 <sup>3</sup> d <sub>1b</sub>	1.26x10 <sup>3</sup> d <sub>1b</sub>
<b>O70R</b>	1.5x10 <sup>3</sup> a <sub>1a</sub>	1.40x10 <sup>3</sup> b <sub>1b</sub>	1.32x10 <sup>3</sup> b <sub>1c</sub>	1.3x10 <sup>3</sup> c <sub>1c</sub>	1.26x10 <sup>3</sup> c <sub>1c</sub>	1.23x10 <sup>3</sup> c <sub>1c</sub>	1.18x10 <sup>3</sup> c <sub>1c</sub>
<b>O70C</b>	1.5x10 <sup>3</sup> a <sub>1a</sub>	1.39x10 <sup>3</sup> b <sub>1c</sub>	1.31x10 <sup>3</sup> b <sub>1c</sub>	1.28x10 <sup>3</sup> b <sub>1c</sub>	1.24x10 <sup>3</sup> b <sub>1c</sub>	1.21x10 <sup>3</sup> b <sub>1c</sub>	1.15x10 <sup>3</sup> b <sub>1c</sub>
<b>O100R</b>	1.5x10 <sup>3</sup> a <sub>1a</sub>	1.37x10 <sup>3</sup> b <sub>1c</sub>	1.26x10 <sup>3</sup> b <sub>1c</sub>	1.24x10 <sup>3</sup> b <sub>1c</sub>	1.2x10 <sup>3</sup> b <sub>1c</sub>	1.17x10 <sup>3</sup> b <sub>1c</sub>	1.12x10 <sup>3</sup> b <sub>1c</sub>
<b>O100C</b>	1.5x10 <sup>3</sup> a <sub>1a</sub>	1.30x10 <sup>3</sup> a <sub>1c</sub>	1.18x10 <sup>3</sup> a <sub>1d</sub>	1.1x10 <sup>3</sup> a <sub>1c</sub>	1.05x10 <sup>3</sup> a <sub>1d</sub>	9.7x10 <sup>2</sup> a <sub>1d</sub>	9x10 <sup>2</sup> a <sub>1d</sub>
<b>CC</b>	1.51x10 <sup>3</sup> a	1.54x10 <sup>3</sup> a	1.5x10 <sup>3</sup> a	1.45x10 <sup>3</sup> a	1.44x10 <sup>3</sup> a	1.42x10 <sup>3</sup> a	1.35x10 <sup>3</sup> a
<b>TR</b>	1.5x10 <sup>3</sup> a	1.56x10 <sup>3</sup> a	1.53x10 <sup>3</sup> a	1.5x10 <sup>3</sup> a	1.48x10 <sup>3</sup> a	1.44x10 <sup>3</sup> a	1.4x10 <sup>3</sup> a

<sup>a,b,c,d,e</sup> Valores en la misma columna con diferente letra (del mismo color) indican diferencias significativas entre tratamientos para  $p \leq 0.05$  de acuerdo a la prueba Tuckey ( $ALS_T = 2564.96$ ) y entre las muestra testigo  $p \leq 0.05$  de acuerdo a la prueba Dunnet ( $ALS_D = 1288.99$ )

**Tabla H.6. Recuento de *Salmonella shigella* (UFC/g) en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C.**

Trat.	Días de almacenamiento						
	0	5	10	15	20	25	30
<b>A50R</b>	9x10 <sup>2</sup> aaa	6x10 <sup>2</sup> bbb	0.0add	0.0abb	0.0aaa	0.0aaa	0.0aaa
<b>A50C</b>	9x10 <sup>2</sup> aaa	0.0add	0.0add	0.0abb	0.0aaa	0.0aaa	0.0aaa
<b>A70R</b>	9x10 <sup>2</sup> aaa	5.5x10 <sup>2</sup> bcc	0.0add	0.0abb	0.0aaa	0.0aaa	0.0aaa
<b>A70C</b>	9x10 <sup>2</sup> aaa	0.0add	0.0add	0.0abb	0.0aaa	0.0aaa	0.0aaa
<b>A100R</b>	9x10 <sup>2</sup> aaa	0.0add	0.0add	0.0abb	0.0aaa	0.0aaa	0.0aaa
<b>A100C</b>	9x10 <sup>2</sup> aaa	0.0add	0.0add	0.0abb	0.0aaa	0.0aaa	0.0aaa
<b>O50R</b>	9x10 <sup>2</sup> aaa	6.8x10 <sup>2</sup> cbb	5x10 <sup>2</sup> bbb	0.0abb	0.0aaa	0.0aaa	0.0aaa
<b>O50C</b>	9x10 <sup>2</sup> aaa	0.0add	0.0add	0.0abb	0.0aaa	0.0aaa	0.0aaa
<b>O70R</b>	9x10 <sup>2</sup> aaa	6.7x10 <sup>2</sup> cbb	4x10 <sup>2</sup> bcc	0.0abb	0.0aaa	0.0aaa	0.0aaa
<b>O70C</b>	9x10 <sup>2</sup> aaa	0.0add	0.0add	0.0abb	0.0aaa	0.0aaa	0.0aaa
<b>O100R</b>	9x10 <sup>2</sup> aaa	6.5x10 <sup>2</sup> cbb	0.0add	0.0abb	0.0aaa	0.0aaa	0.0aaa
<b>O100C</b>	9x10 <sup>2</sup> aaa	0.0add	0.0add	0.0abb	0.0aaa	0.0aaa	0.0aaa
<b>TC</b>	9x10 <sup>2</sup> a	7.4x10 <sup>2</sup> a	5.4x10 <sup>2</sup> a	3x10 <sup>2</sup> a	0.0a	0.0a	0.0a
<b>TR</b>	9x10 <sup>2</sup> a	8x10 <sup>2</sup> a	6x10 <sup>2</sup> a	4x10 <sup>2</sup> a	0.0a	0.0a	0.0a

<sup>a,b,c</sup> Valores en la misma columna con diferente letra (del mismo color) indican diferencias significativas entre tratamientos con para  $p \leq 0.05$  de acuerdo a la prueba Tuckey ( $ALS_T = 312.34$ ) y entre las muestra testigo  $p \leq 0.05$  de acuerdo a la prueba Dunnet ( $ALS_D = 156.96$ )

**Tabla H.7. Variación del color en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C**

Trat.	Días de almacenamiento						
	0	5	10	15	20	25	30
<b>A50R</b>	1,0aaa	1,5bcc	1,7bcb	1,7abb	2,0acb	2,1bcb	2,4bdc
<b>A50C</b>	1,0aaa	1,3abb	1,5abc	1,6abc	1,8abc	1,9abd	2,2acd
<b>A70R</b>	1,0aaa	1,6bcc	1,8bcd	1,9bcd	2,1bdd	2,3cde	2,5bde
<b>A70C</b>	1,0aaa	1,2abb	1,4abb	1,5abb	1,6abb	1,8abc	2,0abc
<b>A100R</b>	1,0aaa	1,7bdd	1,9cdd	2,0bdc	2,2bde	2,5cee	2,7def
<b>A100C</b>	1,0aaa	1,5bcc	1,7bcd	1,8bcc	2,0acd	2,2bce	2,4bdf
<b>O50R</b>	1,0aaa	1,4abb	1,6abc	1,7abb	1,9acc	2,0abc	2,3bcc
<b>O50C</b>	1,0aaa	1,6bcc	1,8bcb	2,0bdb	2,1bdb	2,4cdb	2,6deb
<b>O70R</b>	1,0aaa	1,8cdd	1,9cdc	2,1cdc	2,3cdc	2,6dec	2,9eed
<b>O70C</b>	1,0aaa	1,4abb	1,6abb	1,7abb	1,9acb	2,1bcb	2,3bcd
<b>O100R</b>	1,0aaa	1,9cdd	2,1ced	2,3cec	2,5ded	2,8dfd	3,2ffe
<b>O100C</b>	1,0aaa	1,8cdd	1,9bdc	2,1cdc	2,3cdc	2,7dec	3,1efc
<b>TC</b>	1,0a	1,0a	1,0a	1,0a	1,0a	1,1a	1,1a
<b>TR</b>	1,0a	1,1a	1,2a	1,3a	1,4a	1,4a	1,4a

<sup>a,b,c,d,e,f</sup> valores en la misma columna con diferente letra (del mismo color) indican diferencias significativas entre tratamientos para  $p \leq 0.05$  de acuerdo a la prueba Tuckey ( $ALS_T = 1,1047$ ) y entre las muestra testigo  $p \leq 0.05$  de acuerdo a la prueba Dunnet ( $ALS_D = 0,56$ )

**Tabla H.8. Variación del olor en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C**

Trat.	Días de almacenamiento						
	0	5	10	15	20	25	30
<b>A50R</b>	1,0aaa	3,2abb	3,3bbb	3,4bcc	3,4bcc	3,5bcc	3,6bdc
<b>A50C</b>	1,0aaa	3,1abb	3,3bbb	3,3bbb	3,4bcc	3,5bcc	3,5bcc
<b>A70R</b>	1,0aaa	2,9abb	3,0abb	3,1abb	3,2abb	3,3abb	3,3abb
<b>A70C</b>	1,0aaa	3,4bcc	3,5bcc	3,6bcc	3,8cdd	3,8ddd	4,0dee
<b>A100R</b>	1,0aaa	3,5bcc	3,8cdd	4,0dde	4,1dee	4,2eff	4,3eff
<b>A100C</b>	1,0aaa	3,4bcc	3,7cdd	3,9ddd	4,1dee	4,2eff	4,2eff
<b>O50R</b>	1,0aaa	3,1abb	3,2abb	3,3abb	3,3abb	3,5bcc	3,5bcc
<b>O50C</b>	1,0aaa	3,0abb	3,1abb	3,2abb	3,2abb	3,4abb	3,4abb
<b>O70R</b>	1,0aaa	3,3bbb	3,4bcc	3,5bcc	3,6bcc	3,7cdc	3,8ced
<b>O70C</b>	1,0aaa	3,3bbb	3,4bcc	3,5bcc	3,5bcc	3,6cdc	3,8ced
<b>O100R</b>	1,0aaa	3,4bcc	3,7cdd	3,8cdd	4,0dee	4,0dfe	4,1dfe
<b>O100C</b>	1,0aaa	3,4bcc	3,5bcc	3,7cdd	3,8cdc	3,9ded	4,0dee
<b>TC</b>	1,0a	1,0a	1,0a	1,0a	1,1a	1,1a	1,1a
<b>TR</b>	1,0a	1,2a	1,3a	1,3a	1,4a	1,4a	1,5a

<sup>a,b,c,d,e</sup> valores en la misma columna con diferente letra (del mismo color) indican diferencias significativas entre tratamientos para  $p \leq 0.05$  de acuerdo a la prueba Tuckey ( $ALS_T = 0,8303$ ) y entre las muestra testigo  $p \leq 0.05$  de acuerdo a la prueba Dunnet ( $ALS_D = 0,63$ )



**Tabla H.9. Variación de la textura en carne fresca de porcino tratada con extractos acuosos de ajo y orégano almacenada en refrigeración a 4°C y congelación a -12°C**

Trat.	Días de almacenamiento						
	0	5	10	15	20	25	30
<b>A50R</b>	1,0aaa	1,5bbb	1,7ccc	2,0cdd	2,2ddd	2,3ded	2,6eee
<b>A50C</b>	1,0aaa	1,4bbb	1,5bbc	1,8bdc	2,1cdd	2,2ded	2,5dee
<b>A70R</b>	1,0aaa	1,3abb	1,4abb	1,7bcc	1,9bcc	2,1cdc	2,3cdc
<b>A70C</b>	1,0aaa	1,1aaa	1,2aaa	1,4aba	1,6aba	1,8aba	2,1acb
<b>A100R</b>	1,0aaa	1,1aaa	1,2aaa	1,4aba	1,6aba	1,7aba	2,0abb
<b>A100C</b>	1,0aaa	1,2aaa	1,3aba	1,5aba	1,8bcb	2,0bcc	2,3cdc
<b>O50R</b>	1,0aaa	1,4bbh	1,6bcc	1,9ccd	2,2ddd	2,2ded	2,6eee
<b>O50C</b>	1,0aaa	1,2aaa	1,4abb	1,6bcb	1,9bcc	2,0bdc	2,3cdc
<b>O70R</b>	1,0aaa	1,2aaa	1,3aba	1,5abb	1,7bcb	1,9bcb	2,2bcc
<b>O70C</b>	1,0aaa	1,1aaa	1,2aaa	1,3aba	1,5aba	1,7aba	1,9abb
<b>O100R</b>	1,0aaa	1,3abb	1,5bcc	1,8bdc	2,0cdc	2,1cdc	2,4ddd
<b>O100C</b>	1,0aaa	1,2aaa	1,3aaa	1,5aba	1,6aba	1,8aca	2,2bcb
<b>TC</b>	1,0a	1,0a	1,0a	1,0a	1,1a	1,1a	1,2a
<b>TR</b>	1,0a	1,0a	1,1a	1,3a	1,4a	1,5a	1,6a

<sup>a,b,c,d,e</sup> valores en la misma columna con diferente letra (del mismo color) indican diferencias significativas entre tratamientos para  $p \leq 0.05$  de acuerdo a la prueba Tuckey ( $ALS_T = 0,9321$ ) y entre las muestra testigo  $p \leq 0.05$  de acuerdo a la prueba Dunnet ( $ALS_D = 0,47$ )

## **ANEXO I**

### **Metodología utilizada para el analisis fisicoquímico**

#### **Determinacion de pH**

- Pesar 10 g de muestra (carne)
- Añadir 100 mL de agua destilada y moler en un mortero licuar durante un minuto
- Estandarizar el pH en el potenciómetro con buffer de fosfato con pH = 6.0
- Filtrar la mezcla de carne en manta de cielo para eliminar tejido conectivo
- Después de leer el pH de la carne enjuagar el electrodo con agua destilada

#### **Determinación de la acidez titulable**

- Pesar 10g de muestra (carne), colocarlo en un vaso de licuadora, moler junto con 200 mL de agua destilada.
- Filtrar la muestra en manta de cielo para eliminar tejido conectivo.
- Colocar el filtrado en un matraz de 250 mL y aforar con agua estilada.
- Tomar 25 mL de esta solución y colocarla en un matraz Erlenmeyer de 150 mL, añadir 75 mL de agua destilada.
- Titular con NaOH 0.1 N usando fenoftaleína como indicador, esta determinación debe hacerse por triplicado.
- Se prepara un blanco usando 100 mL de agua destilada.
- Informar el % de ácido láctico

$$\% \text{ de ácido láctico} = \frac{V(\text{NaOH}) \times N(\text{NaOH}) \times \text{Meq}(\text{ac.lact}) \times f}{W(\text{muestra})} \times 100$$

**Donde:**

f: factor de dilución

Meq (ácido láctico): peso mili equivalente

## ANEXO J

### Metodología utilizada para la evaluación microbiológica

#### Preparación de muestras

- Con la ayuda de un bisturí desprender las muestras de carne de cerdo de 1 cm<sup>2</sup>
- Depositar las muestras en matraces de 150 mL
- Añadir 10 mL de agua estilada luego agitar vigorosamente el matraz con la finalidad de que los gérmenes pasen al líquido de dilución
- A partir de esa dilución realizar los análisis correspondientes.

#### Recuento de mesófilos aerobios

- Marcar los tubos con diluyente (agua peptonada al 0.1%) desde 10<sup>-2</sup> hasta 10<sup>-5</sup>
- Con la ayuda de una pipeta transferir 1 mL de la dilución preparada, procedente de la carne de porcino al tubo marcado con 10<sup>-2</sup> y agitar por rotación entre las manos
- Pipetear 1 mL del tubo con la dilución 10<sup>-2</sup> al tubo marcado con 10<sup>-3</sup> y agitar por rotación entre las manos; repetir el procedimiento con las siguientes diluciones, siempre en cada dilución cambiar de pipeta.
- Con la pipeta de la última dilución, verter una alícuota de 0.1 mL de la dilución en una placa con Agar plate count (PCA)
- Extender la muestra sobre la superficie de la placa, dejar en reposo por 10 minutos y luego colocar la placa en incubación en posición invertida a 37°C por 4 días.
- Registrar el promedio de unidades formadoras de colonia por gramo de muestra.

$$\text{UFC/g} = \text{N}^\circ \text{ de colonias} \times \text{factor de dilución} \times \text{alícuota de siembra}$$

### **Recuento de *Escherichia coli***

- Con la ayuda de una pipeta colocar 1 mL de la dilución preparada procedente de la carne de porcino en tres tubos de ensayo conteniendo caldo LST previamente marcados con  $10^{-1}$ , luego pipetear 1 mL esta dilución y colocar en tubos marcados con  $10^{-2}$  repetir la operación para la dilución  $10^{-3}$
- Incubar los tubos a  $35 - 37^{\circ} \text{C}$  por 24 horas y anotar los tubos que muestran producción de gas (prueba presuntiva).
- De cada tubo que contenga gas, transferir una asada a tubos conteniendo caldo brilla y a placas de agar Mackonkey
- Incubar los tubos y las placas a  $35 - 37^{\circ} \text{C}$  por 24 – 48 horas
- Tomar nota del número de tubos confirmados con la presencia de bacterias fecales y realizar un recuento en las placas considerando la coloración de las colonias formadas. Pues las colonias de *E. coli* serán de color rojo o rosado.

### **Recuento de *Staphylococcus aureus* y *Salmonella shigella***

- Emplear 1 mL de la dilución preparada procedente de la carne de porcino
- Sembrar por diseminación en placas de agar nutritivo
- Incubar a  $37^{\circ} \text{C}$  por 24 horas
- Elegir una colonia de la placa, utilizando una asa bacteriológica repicar por estrías a placas con agar *Staphylococcus aureus* y *Salmonella shigella* respectivamente
- Incubar a  $37^{\circ} \text{C}$  por 24 horas
- Leer los resultados con la ayuda de un contador de colonias, anotar el número de colonias en cada placa.