

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

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**“Evaluación del rendimiento y la acción conservante en carne  
de cerdo del aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare* L.)  
cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas”**

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

**Autor : Br. MILAGROS VENTURA GRÁNDEZ**

**Asesor : Lic. MSc. CARLOS EDUARDO MILLONES CHANAMÉ**

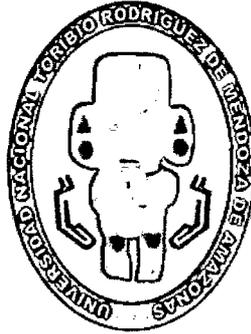
**Co-Asesor : Ing. ERICK ALDO AUQUÍNIVIN SILVA**

**CHACHAPOYAS - PERÚ**

**2009**

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

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**Evaluación del rendimiento y la acción conservante en carne  
de cerdo del aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare* L.)  
cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas**

**TESIS**

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

**Autor : Br. MILAGROS VENTURA GRÁNDEZ**

**Asesor : Lic. MSc. CARLOS EDUARDO MILLONES CHANAMÉ**

**Co-Asesor: Ing. ERICK ALDO AUQUÍNIVIN SILVA**

**CHACHAPOYAS, PERÚ**

**2009**

## DEDICATORIA

A **Dios** que me dio el don de la sabiduría, el entendimiento para culminar los estudios universitarios en la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial y la fortaleza para enfrentar cada día los problemas.

A mis padres; **Juana Grández Huamán** y **Antolin Ventura Reap** por su respaldo, dedicación y comprensión, en especial a mi madre por su lucha y entrega. A mis hermanas (os) por todo su apoyo, esfuerzo y confianza.

A mis mejores amigas; **Olivia Valdivia Hernández** y **Geraldine F. Chauca Villafany**, quienes siempre estuvieron a mi lado para compartir mis sueños y hacerlos realidad.

MILAGROS VENTURA G.

## **AGRADECIMIENTO**

Especialmente le agradezco al **Lic. MSc. CARLOS EDUARDO MILLONES CHANAMÉ** por su sincera confianza, dedicación y guía permanente en el desarrollo de la presente investigación.

Así también le expreso mi sincero agradecimiento a:

Ing. Erick Aldo Auquiñivin Silva, por su apoyo, sus valiosos conocimientos, enseñanzas y sugerencias como coasesor.

Ing. Rocío Tafur Jiménez, quien me apoyo para llevar acabo las extracciones del aceite esencial de orégano.

Mblga. Ernestina Vásquez Castro, por su valioso apoyo y asesoría en el análisis microbiológico.

Tecn. Rósario Ocmín Mori, por su valioso apoyo durante la ejecución de los experimentos.

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**Dr. HECTOR EMILIO GARAY MONTAÑEZ**

Presidente

**M. Sc. LORENZO MELQUIADES ALVITES VELEZMORO**

Vicepresidente Académico

**Ing. FEDERICO RAÚL SÁNCHEZ MERINO**

Vicepresidente Administrativo

**Ing. MIGUEL ANGEL BARRENA GURBILLÓN**

Responsable de la Facultad de Ingeniería

**VISTO BUENO DEL ASESOR**



---

Lic. MSc. CARLOS E. MILLONES CHANAMÉ  
ASESOR DE TESIS



---

Ing. ERICK ALDO AUQUÍNIVIN SILVA  
CO - ASESOR DE TESIS

**JURADO CALIFICADOR**



---

**Blgo.MSc. JULIO MARIANO CHÁVEZ MILLA**

**PRESIDENTE**



---

**Blgo. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES**

**SECRETARIO**



---

**Ing. ELENA VICTORIA TORRES MAMANI**

**VOCAL**

## TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS	iii
VISTO BUENO DEL ASESOR	iv
JURADO CALIFICADOR	v
TABLA DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Características generales del orégano	2
1.1.1. Taxonomía	2
1.1.2. Requerimientos edafoclimáticos	4
1.2. Producción nacional e internacional del orégano	6
1.3. Importancia del <i>Origanum vulgare</i> L. en la Industria Alimentaria	7
1.4. Usos del orégano	9
1.5. Composición química de los aceites esenciales de <i>Origanum. vulgare</i> L.	11

1.5.1. Aceites esenciales	11
1.5.2. Composición química	14
1.6. Actividad biológica de los componentes del orégano	17
1.6.1. Antioxidante	17
1.6.2. Potencial Antimicrobiano	19
II. MATERIALES Y MÉTODOS	22
2.1. Evaluación del rendimiento del aceite esencial de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de la región Amazonas	22
2.1.1. Material biológico	22
2.1.2. Recolección de muestras de orégano	22
2.1.3. Extracción de aceites esenciales de orégano	26
2.2. Evaluación de la acción conservante en carne de cerdo del aceite esencial de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas	30
2.2.1. Acondicionamiento de la carne de cerdo	30
2.2.2. Análisis microbiológico	32
2.2.3. Análisis físico químico	32
2.2.4. Análisis sensorial	33

2.2.4.1. Entrenamiento de Jueces	33
2.2.4.2. Evaluación sensorial	34
2.3. Análisis estadístico	35
2.3.1. Rendimiento del aceite esencial de orégano cultivado en seis zonas andinas de Amazonas	35
2.3.2. Acción conservante en carne molida de cerdo del aceite esencial de orégano cultivado en 6 zonas alto andinas de Amazonas	36
2.3.2.1. Análisis microbiológico y físico químico de la carne molida de cerdo	36
2.3.2.2. Análisis sensorial de la carne molida de cerdo	38
III. RESULTADOS	40
3.1. Evaluación del rendimiento del aceite esencial de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas	40
3.2. Evaluación de la acción conservante en carne de cerdo del aceite esencial de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas	42
3.2.1. Análisis Microbiológico	42
3.2.2. Análisis físico químico	44

3.2.3. Análisis sensorial	48
IV. DISCUSIÓN	52
V. CONCLUSIONES	60
VI. RECOMENDACIONES	62
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
VIII. ANEXOS	80
Manejo del Cultivo de orégano en las áreas de cultivo de las seis zonas de estudio	81
Fotografías de la extracción de los aceites esenciales del orégano.	88
Fotografías del análisis microbiológico de la carne molida de cerdo.	89
Fotografías del análisis sensorial de la carne molida de cerdo.	91
Fichas de análisis sensorial	94
Escala de colores de carne de cerdo	96
Análisis de varianza y comparaciones múltiples de los resultados	97

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
Tabla N° 01. Localidades de colecta de muestras de plantas de <i>Origanum vulgare</i> L.	23
Tabla N° 02. Rendimiento de aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas	41
Tabla N° 03. Recuento de bacterias mesófilos aerobios (UFC/g) en porciones de carne molida de cerdo tratadas con aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas y almacenadas a $2 \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 12 días	44
Tabla 04. Variación de los niveles de pH en porciones de carne molida de cerdo tratadas con aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas y almacenadas a $2 \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 12 días	47
Tabla 05. Variación del % de ácido láctico en porciones de carne molida de cerdo tratadas con aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas, y almacenadas a $2 \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 12 días	47

Tabla 06. Puntuaciones sensoriales de la desviación del olor de porciones de carne molida de cerdo tratadas con aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas y almacenadas a  $2 \pm 1$  °C durante 12 días, evaluadas por jueces entrenados 51

Tabla 07. Puntuaciones sensoriales del color de porciones de carne molida de cerdo tratadas con aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas y almacenadas a  $2 \pm 1$  °C durante 12 días, evaluadas por jueces entrenados 51

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Fig. 01. <i>Origanum vulgare</i> L.	3
Fig. 02. Cultivo de Orégano en pendientes pronunciadas	4
Fig. 03. Exportaciones peruanas de orégano	6
Fig. 04. Estructura química de los principales quimiotipos de del <i>O. vulgare</i>	15
Fig. 05. Biosíntesis del ácido shikímico	16
Fig. 06. Ruta del ácido shikímico	17
Fig. 07. Ubicación de dos localidades de colecta de plantas de <i>Origanum vulgare</i> L., en la provincia de Luya	24
Fig. 08. Ubicación de tres localidades de colecta de plantas de <i>Origanum vulgare</i> L. en la provincia de Chachapoyas	25
Fig. 09. Diagrama de operaciones del proceso de extracción de aceites esenciales de orégano	29
Fig. 10. Rendimiento de aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas	41

Fig. 11. Crecimiento de aerobios mesófilos en porciones de carne molida de cerdo tratadas con aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas y almacenadas a $2 \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 12 días	43
Fig. 12. Variación de los niveles de pH en porciones de carne molida de cerdo tratadas con aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas y almacenadas a $2 \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 12 días	45
Fig. 13. Variación del % de ácido láctico en porciones de carne molida de cerdo tratadas con aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas y almacenadas a $2 \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 12 días	46
Fig. 14. Promedio de las puntuaciones sensoriales de la desviación del olor de porciones de carne molida de cerdo tratadas con aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas y almacenadas a $2 \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 12 días	49
Fig. 15. Promedio de las puntuaciones sensoriales del color inadecuado de porciones de carne molida de cerdo tratadas con aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas y almacenadas a $2 \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 12 días	50

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el rendimiento y la acción conservante en carne molida de cerdo del aceite esencial de *Origanum vulgare* L. cultivado en seis zonas alto andinas de la región de Amazonas (Levanto-2400, Huancas 2558, Taquia 2680, Jalca-2800, Cuemal-3021 y Cohechan-3250 m.s.n.m); para lo cual se realizó una destilación por arrastre con vapor de agua a partir de las hojas y flores desecadas de *O. vulgare* L. y para separar el agua del aceite esencial se realizó por gravimetría y luego por congelación, para determinar el rendimiento del aceite esencial. Para evaluar la acción conservante del aceite esencial, se realizó una evaluación fisicoquímica (pH y acidez), microbiológica y sensorial de la carne molida de cerdo; la evaluación microbiológica consistió en recuentos de bacterias aerobios mesófilos y el análisis sensorial consistió en evaluar las características de olor y color del producto crudo por medio de una prueba de escala hedónica, realizada por jueces entrenados.

Las plantas de orégano cultivado en Taquia (2680 m.s.n.m) y la Jalca (2800 m.s.n.m) presentaron los valores significativos más altos (Tukey  $P \leq 0.05$ ) de aceites esenciales (1,82 y 1,94 % respectivamente) y el orégano cultivado en la localidad de Levanto presentó valores de rendimiento significativamente más bajos (0,63 %). Por medio de la prueba Tukey ( $P \leq 0.05$ ), se determinó que los aceites esenciales de orégano cultivado en Taquia, La Jalca y Cuemal presentaron una mejor acción conservante en carne de cerdo siendo significativa la prueba; estos aceites esenciales prolongaron la vida útil de la carne molida de cerdo aproximadamente hasta 8 días, y los aceites esenciales de orégano cultivado en Huancas, Levanto y Cohechan no presentaron una acción conservante en la carne molida de cerdo.

## ABSTRACT

The objective of this investigation was to evaluate the yield and preservative action in minced pork meat of the essential oil of *Origanum vulgare* L. grown in six high Andean zones from Amazonas region (Jalca-2800 m.s.n.m., Levanto-2400 m.s.n.m., Cuemal 3021 m.s.n.m., Taquia 2680, Cohechan- 3250 m.s.n.m. y Huancas 2558 m.s.n.m); for which was obtained by steam water destillation dried leaves and floral from *O. vulgare* L. and to separate water from the essential oil was performed by gravimetrically and then freezing, to determine the yield of essential oil. To evaluate the preservative action of the essential oil, it was performed a physicochemical (pH and acidity), microbiological and sensory evaluation of minced pork meat. The microbiological evaluation was aerobics plate counts and sensory analysis was to evaluate the characteristics of smell and color of the raw product through a hedonic scale test conducted by trained judges.

Oregano plants grown in Jalca (1,94 % ) and Taquia (1,82 %) presented values significantly higher (Tukey  $P \leq 0.05$ ) and oregano grown in Levanto presented values of yield significantly lower (0,63). By Tukey test ( $P \leq 0.05$ ), it was determined that the essential oils of oregano grown in Taquia, La Jalca and Cuemal showed a better preservative action in pork meat to be significant evidence, these essential oils extended the shelf life of minced pork meat until approximately 8 days; and essential oils of oregano grown in Huancas, Levanto and Cohechan did not present a preservative action in pork meat.

## I. INTRODUCCIÓN

La pobreza (69 %) y la extrema pobreza (24,9 %) son los principales problemas por la que esta atravesando la región Amazonas (Juntos, 2007). A pesar de que la agricultura es una de las principales actividades económicas que desarrollan las comunidades de las zonas alto andinas, estas son las más afectadas por la extrema pobreza; esto se debe a muchos factores; siendo uno de ellos, el cultivo de productos poco rentables y además estos no son de interés para los mercados que pagan los mejores precios, principalmente el mercado extranjero (Campodónico, 2009).

Sin embargo, tenemos el potencial para disminuir este problema, trabajando de manera conjunta con las diferentes entidades (Gobierno Nacional y Regional, la Universidad, ONGs, entre otras entidades) que apuestan por el desarrollo de la región; mediante investigación, capacitación e inversión en cultivos de potencial exportador, etc. Porque en nuestra región tenemos una diversidad de productos con potencial exportador que aún no se esta aprovechando y explotando, como el caso del orégano; que siendo una hierba aromática y medicinal de promisorio futuro en la agro exportación peruana y uno de los más sólidos cultivos alternativos de las zonas alto Andinas del Perú (Barreda, 2002), en nuestra región no se ha tomado importancia, por lo que el cultivo es sólo para autoconsumo y en algunos casos llega sólo al mercado local; es por ello que en Amazonas no existe investigación en orégano, lo cual es el factor más importante porque estos van a sentar la base para la toma de decisiones, referente a la producción a gran escala de este producto. Ya que si se promueve el cultivo en cualquier zona alto andina existe la probabilidad de que se realice una mala inversión, debido a que en las zonas alto andinas de Amazonas

existe una diversidad de pisos altitudinales y microclimas, y principalmente de estos depende el contenido y la calidad del aceite esencial de orégano (Russo *et al.*, 1998 citado por Arcila *et al.*, 2004).

El interés de esta investigación nace principalmente por la necesidad de conocer la zona o las zonas alto andinas de la región Amazonas que produce orégano con mayor rendimiento y calidad (en base a su acción conservante) de aceites esenciales; con la finalidad de promover el mejor aprovechamiento y explotación del cultivo de orégano en estas localidades. Además, para promover el uso de conservantes naturales de alimentos en la región Amazonas, ya que la agroindustria en la región cada día esta creciendo más.

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

### **1.1.1. Taxonomía**

El orégano comprende varias especies de plantas, siendo las más comunes el *Origanum vulgare* L., nativo de Europa, y el *Lippia graveolens*, originario de México (Albado *et al.*, 2001). En base a criterios morfológicos, el género *Origanum* se ha clasificado en 3 grupos, 10 secciones, 38 especies, 6 subespecies y 17 híbridos (Skuola *et al.*, 1999 citado por Arcila *et al.*, 2004).

Según Arvy & Gallouin (2006) la taxonomía del *Origanum vulgare* L.

es:

Reino	: Vegetal
División	: Fanerógamas
Clase	: Dicotiledónea
Familia	: Lamiaceae
Género	: <i>Origanum</i>
Especie	: <i>O. vulgare</i> L.
Nombre común	: Orégano



Fig. 01. *Origanum vulgare* L.  
(Wageningen University, 2008).

El *Origanum vulgare* L. (Fig. 01) es una hierba estolonífera, perenne, de hasta 30 cm de altura; tallo finamente pubescente, los pelos blanquecinos; hojas opuestas, enteras, pecioladas, ovoido-oblongas, de 7-15 mm de largo por 4-8 mm de ancho sin contar el peciolo, pubescente por ambas superficies, además cubierto de glándula oleíferas poco visibles; flores solitarias, situadas en las axilas de las hojas con brácteas foliosas, en la parte apical de las ramas formando glomérulos apanojados; cáliz tubular que terminan en 5 dientes agudos de 0,7 mm de largo, pubescente; corola de 3 mm de largo, tubular en la mitad inferior que termina lóbulos; fruto tetraquenio de 0,5 mm de largo, envuelto por el tubo del cáliz (Tovar, 2000).

### 1.1.2. Requerimientos edafoclimáticos

El orégano (*Origanum vulgare* L.) es una planta considerada como cultivo marginal por su adaptabilidad a suelos pobres, de pendiente pronunciada (Fig. 02) y con capa arable superficial. Esta planta es resistente al frío (ZOFRATACNA, 2008).



Fig. 02. Cultivo de Orégano en pendientes pronunciadas (Barreda, 2002).

Según el ITDG (2008), los requerimientos edafoclimáticos para cultivar el orégano son las siguientes:

#### a) Suelos

La planta del orégano crece y se desarrolla en diversidad de suelos, de secos a bastante húmedos. Se desarrolla muy bien en suelos sueltos, arcillosos, francos, permeables y ricos en materia orgánica. La planta de orégano prefiere suelos franco-arenosos, que puede vivir y producir bien

orégano hasta los 14 años; en cambio en suelos arcillosos se reduce su vida a 5 años.

#### **b) Altitud**

El orégano puede desarrollarse desde 50 a 3400 m.s.n.m.; es decir, casi desde el nivel del mar hasta la zona de las altas montañas, en el valle del Mantaro crece entre los 2400 a 3800 m. s. n. m. (Tovar, 2000). Sin embargo, la mayor productividad en cuanto a aceites esenciales se logra en zonas con altitudes entre los 2,600 hasta los 3,400 m.s.n.m (SIRA, 2000).

#### **c) Temperatura**

El orégano es resistente al frío; sin embargo, las temperaturas menores a 5 °C afectan al cultivo de orégano, retrasando el crecimiento y quemando los bordes de las hojas.

#### **d) Recursos hídricos**

Las zonas de baja precipitación, son las más indicadas para cultivar especies aromáticas con fines de obtener aceites esenciales que son de mayor calidad en los ambientes secos que en los húmedos. En las zonas de regadío o alta precipitación la producción de orégano es para la obtención de hojas (SDR, 2005).

## 1.2. Producción nacional e internacional del *Origanum vulgare* L.

Según cifras mundiales del 2004, el principal exportador mundial de orégano es Chile, seguido por Perú; los principales países importadores son: Brasil y Argentina. Al cierre del 2006 el valor de las exportaciones Peruanas de orégano totalizaron US\$ 4,78 millones registrando una tasa de crecimiento de 18,83% respecto del año anterior (PROMPERU, 2007).

El volumen exportado de orégano peruano, en el 2006, fue de 2,22 miles de toneladas registrando un crecimiento de 10,66% respecto del año anterior (Fig. 03).

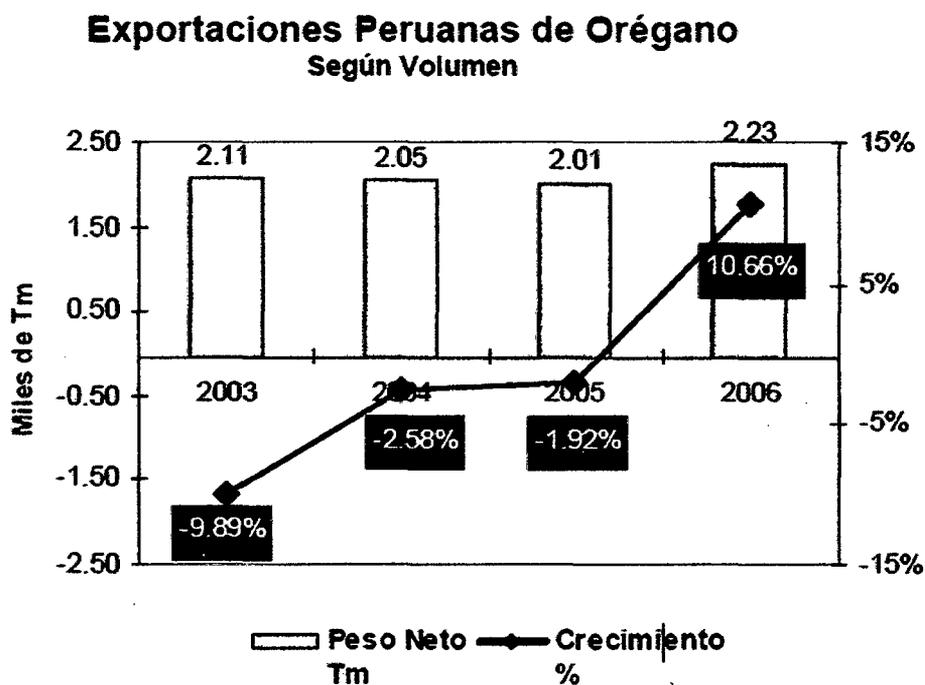


Fig. 03. Exportaciones peruanas de orégano (PROMPERU, 2007).

En el año 2007, las exportaciones de orégano sumaron dos millones 443 mil dólares en el primer semestre, la mayor cifra alcanzada en ese período desde el

año 2000 gracias a la mayor demanda de ese producto por su uso en la industria alimentaria y en la elaboración de perfumes. Según la Asociación de Exportadores (ADEX) informó que de los 15 países importadores de orégano peruano, Chile se consolidó como el principal mercado con compras cercanas a 895 mil dólares en el primer semestre del año 2007, concentrando el 37 % del total. Brasil se ubicó como el segundo mayor importador de orégano con compras por 532 mil dólares, lo que representó el 22 % del total. Le siguen España con 415 mil dólares, Italia con 126 mil dólares, Alemania con 109 mil dólares, Venezuela, Panamá, Países Bajos, Estados Unidos, Colombia, Suecia, Japón, Ecuador, Reino Unido y Canadá (Hurtado, 2007).

En el año 2009 la exportación de orégano peruano ascendió a un millón 752 mil dólares en el primer bimestre, 31% más que en similar periodo del 2008, cuando el monto fue de un millón 341 mil dólares; entre enero y febrero de este año se registraron cuatro nuevo mercados, en comparación del mismo periodo del año pasado, ellos fueron Argentina, Uruguay, Colombia y Japón. Actualmente se considera a la región Tacna como el primer y principal productor de orégano en el ámbito nacional que representa el 85% del área cultivada aproximadamente (INIA, 2009).

### **1.3. Importancia del *Origanum vulgare* L. en la Industria Alimentaria**

El orégano es una hierba aromática y medicinal de promisorio futuro en la agro exportación peruana, su valor comercial, está influenciado grandemente por el contenido de aceite esencial y la oleorresina que posea (Arenas, 2006; Lombera, 2006); siendo el aceite esencial el derivado con mayor demanda en el mercado

internacional y con mejor precio, como consecuencia del crecimiento del mercado de los productos naturales y del cuidado personal. Los aceites esenciales son productos de interés por su aplicación en la agricultura (González *et al.*, 2007; Lombera, 2006; Sosa *et al.*, 2007; Gal *et al.*, 1992, Colin *et al.*, 1994, citados en Pérez *et al.*, 2007), industria farmacéutica (Rojas *et al.*, 2007; Tannoni, 2004) y en la industria alimentaria (Yang & Shetty, 1998; Ueno *et al.*, 1998, citados en Albado *et al.*, 2001).

En la industria alimentaria el aceite esencial de orégano es de gran importancia porque este tiene una buena capacidad antioxidante (Zheng & Wang, 2001, citado en Hernández *et al.*, 2007; Lombera, 2006; Sánchez *et al.*, 2004; Andaluz, 2007) y antimicrobiana (Ayala, 2008; Portillo *et al.*, 2007; Albado *et al.*, 2001; Hernández *et al.*, 2007; Furselli *et al.*, 2006) debido a sus dos principales componentes fenólicos: Thymol y Carvacrol (Silva, 2003, citado en Hernández *et al.*, 2007; Silva & Morales, 2007; Milos & Jerkovic, 2000, Pokorny & Gordon, 2001, citados en Chaquilla *et al.*, 2007), lo cual favorece la inocuidad y estabilidad de los alimentos (Leite *et al.*, 2006).

Una investigación realizada por Shahidi *et al.* (1995; citado por Sánchez *et al.*, 2004), reportó la eficacia como antioxidante del orégano en sistemas de carne de puerco molida, y encontró que el orégano y el romero tienen la misma actividad antioxidante cuando se añaden en cantidades de 200-2000 ppm, además también demostró que los efectos antioxidantes de 200 ppm de extracto de orégano en porciones de carne de res.

Sánchez *et al.* (2004) determinó que al añadir extracto de orégano a porciones de carne de res empacadas bajo atmósferas modificadas y almacenadas a 2°C, notablemente, tanto la oximioglobina como los lípidos se protegieron contra la oxidación durante el almacenamiento, obteniéndose así una mejor estabilidad en el color y olor. También sostuvo que la capacidad antimicrobiana y antioxidante del orégano depende de la concentración añadida, por ejemplo la presencia de 500 ppm de extracto de orégano se prolongó la vida de anaquel de las porciones de carne hasta por más de 8 días.

#### **1.4. Usos del orégano**

En la actualidad, existe una tendencia de consumo de orégano; el uso directo del producto es en la industria alimentaria, farmacéutica, cosmética, perfumería, fitosanitario, entre otros. Los mercados europeos, americanos y latinos, son los principales consumidores y/o demandantes del producto, como sazonador aromático para la preparación de diversas comidas, una de ellas la conocida "Pizza", otros usos son las gomas de masticar o Chicletts, jarabes medicinales, esencia de perfume, etc. (Castillo, 2005).

##### **a) En la Alimentación**

El potencial culinario de esta especie es amplio; condimento muy popular en los diversos estratos sociales donde se lo usa en la elaboración de platos criollos (salsas, guisos, caldos y ensaladas), en la comida internacional (por ejemplo: pizzas) y en la elaboración de embutidos.

## **b) Nivel Industrial**

A escala industrial, es muy usado en perfumería por su gran contenido de aceites esenciales los que resaltan y fijan sus aromas, de igual forma es usado en la elaboración de jabones perfumados y en los diversos preparados de tocador.

En medicina, en la elaboración de anestésicos, sedantes, antiespasmódicos, antirreumáticos y expectorantes. En la industria de la carne es muy utilizado como esencias y/o condimentos naturales.

## **c) En Medicina**

Se utiliza para calmar el dolor de oído, debido a la acción ligeramente anestésica que posee el aceite esencial que contiene, también en baños calientes para los dolores musculares y reumáticos; otras aplicaciones, en medicina; ataque asmático, expectorante, dolor de dientes, antiespasmódico, diaforético, dolores menstruales y como tónico nervioso. Además existen algunos informes sobre el efecto antimutagénico y anticarcinogénico del orégano, sugiriendo que representan una alternativa potencial para el tratamiento y/o prevención de trastornos crónicos como el cáncer (Arcila *et al.*, 2004).

#### **d) Industria Fitosanitario**

En colmenas inhibe el crecimiento del moho *Ascosphaera apis* (Colin *et al.*, 1989; citado por Furselli *et al.*, 2006) y es empleado en preparaciones comerciales para el control de *Varroa destructor* (Eguaras *et al.*, 2002; Imdorf *et al.*, 1994 citados por Furselli *et al.*, 2006). De acuerdo a diversos estudios realizados determinaron que el orégano presenta propiedades insecticidas y acaricidas por lo que se ha utilizado para el control de algunas plagas (González *et al.*, 2007). Además el extracto oleoso de orégano tiene un efecto fungistático, por lo que se puede utilizar para evitar el crecimiento de hongos cuando éste se ha manifestado en los frutos (Sosa *et al.*, 2007).

Los aceites esenciales de plantas ayudan a controlar las plagas que causan más daño a la apicultura en el mundo (Gal *et al.*, 1992; Colin *et al.*, 1994 citados en Pérez *et al.*, 2007), como la “varroasis” que es ocasionada por el ácaro *Varroa destructor*, afecta a las abejas melíferas y a sus crías (Pérez *et al.*, 2007).

### **1.5. Composición química de los aceites esenciales de *O. vulgare* L.**

#### **1.5.1. Aceites esenciales**

Los aceites esenciales son metabolitos secundarios (Itelpmal, 1992; citado en Di Fabio, 2002) de las plantas, producidos por complicados procesos bioquímicos que se producen en las glándulas secretoras, por lo

que un metabolismo más activo puede asociarse con una mayor producción de aceites (Wilkins *et al.*, 1998 citado por Arcila *et al.*, 2004). La elaboración de los aceites esenciales, dependen completamente de la radiación solar, su ausencia o carencia altera profundamente la composición y el rendimiento de la planta al producir el aceite esencial (Apsara, 2008; Arvy & Gallouin, 2006), por ejemplo en una investigación realizada por León *et al.* (1997), se ha demostrado que el efecto de la exposición solar de las plantas donantes en la iniciación del cultivo *in vitro* de guayabo (*Psidium guajava* L.) aumenta la producción de compuestos fenólicos en las plantas. A su vez este depende de ciertas variables como la altitud, asociada con la latitud y la estación del año, además de las condiciones atmosféricas, como son la cobertura nubosa (Repsol, 2000).

El efecto de diferentes factores ambientales sobre el contenido de compuestos activos es muy conocido en plantas aromáticas; la intensidad de la luz y el fotoperiodo afectan la composición del aceite esencial en *Mentha x piperita*, *Thymus vulgaris* (Yamaura *et al.*, 1989, citado por Muñoz *et al.*, 2004) y *Ocimum basilicum* (Skrubis & Markakis, 1976, citado por Muñoz *et al.*, 2004). Las plantas medicinales varían mucho en cuanto a sus necesidades de luz, muchas de ellas, sobre todo las productoras de aceite esencial, tiene gran necesidad de ella, por lo que su cultivo es a plena exposición solar como por ejemplo el anís, que aunque crece exuberante a la sombra, para una mayor concentración del aceite esencial, requiere que se le cultive a pleno sol. También en el tilo que lo que contiene son cumarinas, se comprobó que requiere de la luz para su

cultivo, para que produzca mayores porcentajes de su principio activo; sin embargo, en el caso de *Zingiber officinale* (jengibre) necesita de sombra parcial para su mejor desarrollo (Acosta, 2003).

La altitud incide directamente en la concentración de principios activos de las plantas medicinales, por ejemplo está comprobado que a mayor altitud aumenta la amargura de los constituyentes de la genciana y que también disminuye el contenido en aceite esencial de las mentas y tomillos. Las altitudes más bajas y próximas a la zona del mar son más adecuadas para cultivar las especies aromáticas de las que se obtendrán unos aceites esenciales de mayor calidad y rendimiento (SDR, 2005).

El efecto de la altitud se ha demostrado por ejemplo en *Thymus vulgaris*, *Digitalis purpurea* y *Salvia officinalis* (Vogel & Berti, 2003, citado por Muñoz *et al.*, 2004); también en *Peumus boldus* se han encontrado diferencias en la cantidad de aceites esenciales y alcaloides en distintos lugares de la Séptima Región de Chile (Vogel *et al.*, 1996b, citado por Muñoz *et al.*, 2004). Itelpmal (1992) determinó que la concentración de los principios activos del *Origanum vulgare* L. también sufre modificaciones dependiendo de las condiciones ambientales (altitud), y que además la cantidad de aceite esencial presente en el producto, incide directamente en la calidad de este (citado por Di Fabio, 2002). Otro aporte similar, también determina que las variaciones de la composición y la cantidad de aceite esencial del *Origanum vulgare* L. se ve afectado por la altitud del lugar de cultivo (Russo *et al.*, 1998 citado por Arcila *et al.*, 2004) y por la época de recolección, siendo este más bajo en el otoño

(Kokkini, 1997 citado por Arcila *et al.*, 2004; Cueto *et al.*, 2007; Arcila *et al.*, 2004; Wageningen University, 2008).

### 1.5.2. Composición química

Los aceites esenciales químicamente están formados por la mayoría de los monoterpenos y algunos sesquiterpenos, y compuestos aromáticos. Los monoterpenos y los sesquiterpenos son biosintetizados a partir de los pirofosfatos de geranilo y de farnesilo respectivamente; las reacciones de ciclación, oxidación y otras, pueden originar las diferentes estructuras (Lock, 1994).

En los aceites esenciales de *Origanum vulgare* L. se han logrado identificar hasta 56 compuestos, y se han encontrado diferencias cuantitativamente significativas en sólo dos fenoles isoméricos, carvacrol (0,1-56,6%) o fenol no-cristalizable y thymol (7,9-53,6%) o fenol cristalizable; incluyéndose sus precursores biosintéticos el  $\gamma$ -terpineno y el p-cimeno (Russo *et al.*, 1998 citados por Arcila *et al.*, 2004). Además se ha observado que un incremento en los porcentajes de timol provoca un descenso en el contenido de carvacrol (Russo *et al.*, 1998 citado por Arcila *et al.*, 2004); los hidrocarburos monoterpenoides  $\gamma$ -terpineno y p-cimeno están presentes de manera constante en los aceites esenciales, pero siempre en cantidades menores a las de los dos fenoles (Kokkini, 1997; citado por Arcila *et al.*, 2004).

Los aceites esenciales de orégano contiene cuatro grupos principales de químicos, tales como: Fenoles, como carvacrol y thymol que actúan como antisépticos (elimina una gran variedad de patógenos como bacterias, hongos, parásitos y virus) y antioxidantes; los terpenos que son pineno y terpineno, tienen propiedades antisépticas, antivirales, antiinflamatorias y anestésicas; linalool y bonreol que son 2 cadenas de alcoholes que tienen propiedades antivirales y antisépticas y los ésteres que son potentes agentes antifúngicos, dos de ellos que se encuentran en abundancia en el aceite de orégano son acetato linalyn y acetato geranyl; aunque la efectividad se debe a un efecto combinado de los diferentes componentes, la efectividad se le atribuye principalmente al carvacrol (Cuevas Trade S.A., 2006).

Los principales quimiotipos de la especie *O. vulgare* son el carvacrol y el thymol (Fig. 04) cada una con enzimas específicas que dirigen su biosíntesis (Aligiannis *et al.*, 2001 citado por Arcila *et al.*, 2004).

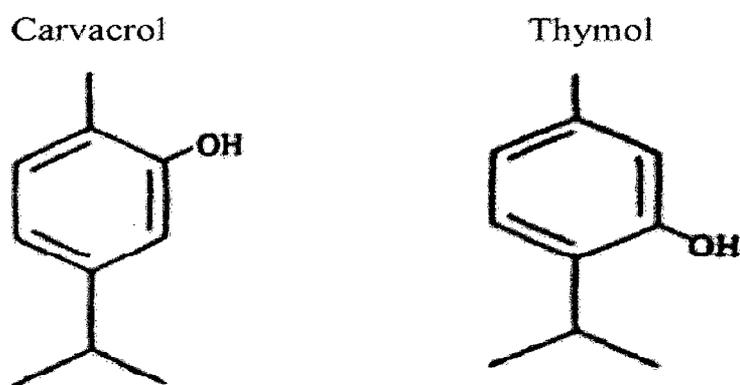


Fig. 04. Estructura química de los principales quimiotipos del *O. vulgare* (Arcila *et al.*, 2004).

El Thymol y el Carvacrol son compuestos aromáticos que se biosintetizan a través de la ruta Shikimato (Lock, 1994) la cual se observa en la Fig. 05.

### Ruta del ácido Shikímico

La ruta del ácido shikímico, tiene como compuestos de partida a los derivados de los carbohidratos (inicia con la formación ácido shikímico, lo cual ocurre a partir de precursores de 3 y 4 átomos de carbono como son el ácido fosfoenolpirúvico (PEP) y la eritrosa 4 fosfato (E4P) por una condensación de tipo aldólica, produciendo un compuesto C7 a través de una serie de etapas que se resumen en la Figura 05; y posteriormente se completa la ruta (Fig. 06).

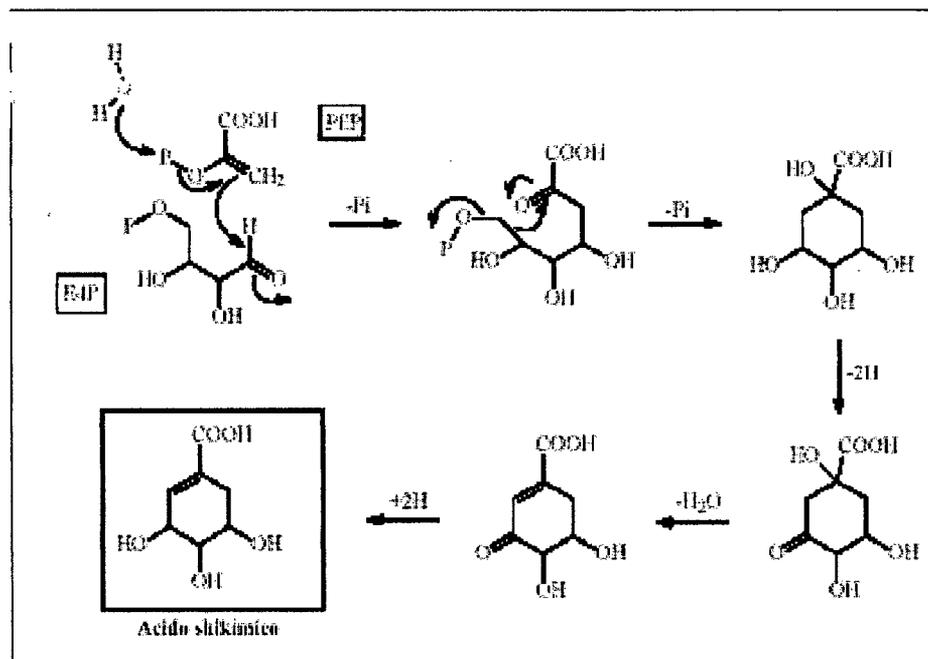
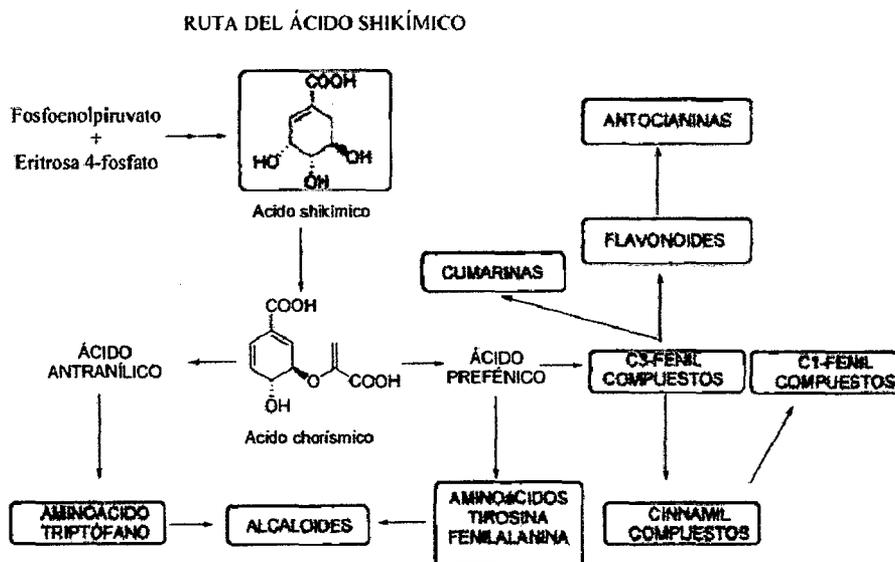


Fig. 05. Biosíntesis del ácido shikímico (Arango, 2008).



## 1.6. Actividad biológica de los componentes del orégano.

### 1.6.1. Antioxidante

El efecto antioxidante de las plantas aromáticas se debe a la presencia de grupos hidroxilo en los compuestos fenólicos (Shaidi *et al.*, 1992 citados por Arcila *et al.*, 2004), el potencial antioxidante de los extractos de orégano ha sido determinado por su capacidad para inhibir la peroxidación lipídica, protegiendo al ADN del daño por radicales hidroxilo, con los métodos de atrapamiento de peróxido de hidrógeno, atrapamiento de HOCl y por la prueba de la rancidez. En todas estas pruebas, los extractos de orégano han mostrado ser efectivos, en algunos casos a niveles superiores a los exhibidos por el propil galato, BHT y BHA (Martínez *et al.*, 2001; citado por Sánchez *et al.*, 2004). La actividad antioxidante depende del tipo y polaridad del solvente extractante; por ejemplo, los antioxidantes obtenidos con agentes lipofílicos son más

efectivos en emulsiones (Moure *et al.*, 2001 citados por Arcila *et al.*, 2004).

En un estudio comparativo, el orégano encabeza la lista de hierbas aromáticas curativas, según el Dr. Shioh Y. Wang, bioquímico y líder en la investigación sobre las propiedades curativas de las plantas, las hierbas pertenecientes a la familia del orégano ejercen el mayor efecto antioxidante en el reino vegetal. En general, el orégano tiene hasta 20 veces más contenido en antioxidantes que las demás hierbas estudiadas, en un cálculo del peso por gramo, el orégano y otras hierbas de la familia han superado a la mayoría de frutas y verduras en su acción antioxidante; tiene 42 veces más antioxidantes que las manzanas, 30 veces más que las patatas, 12 veces más que las naranjas y 4 veces más que los arándanos (Andaluz, 2007).

El aceite esencial de *O. vulgare* tiene actividad anti-radical y esta propiedad se le atribuye a los monofenoles carvacrol y timol (Deighton *et al.*, 1991 citados en Arcila *et al.*, 2004; Zheng & Wang, 2001; citado en Hernández *et al.*, 2007). Varios investigadores confirman el potencial antioxidante de extractos y aceites esenciales de diferentes variedades de orégano (*O. vulgare*, *O. compactum*, *O. majorana*) (Baricevik & Bartol, 2002; Baratta *et al.*, 1998 citados por Arcila *et al.*, 2004).

El aceite esencial de orégano al ser utilizado como antioxidante natural en dos sistemas alimenticios: aceite de oliva y aceite de soya sin refinar mostró una efectividad en la reducción de la oxidación reflejada en sus

valores de peróxido, especialmente en el aceite de oliva; así como una ligera reducción en el porcentaje de ácidos grasos libres en ambos sistemas. La actividad antioxidante también está en función de la concentración de las especies activas, principalmente constituida por carvacrol compuesto al que se le atribuye la actividad antioxidante (Chaquilla *et al.*, 2007).

Debido a la capacidad antioxidante de los extractos acuosos del orégano, se sugiere que éstos pueden ser empleados como sustituto de los antioxidantes sintéticos (Martínez *et al.*, 2001 citado por Arcila *et al.*, 2004). La peroxidación lipídica y el crecimiento microbiano es uno de los principales problemas en la industria de los cárnicos, durante el procesamiento, la preparación y el almacenamiento (PURAC, 2003). Otra forma interesante de evitar la peroxidación de los ácidos grasos en la carne es utilizando los aceites esenciales del orégano como suplemento en la alimentación de los animales destinados para consumo humano. En el caso de aves como el pavo y el pollo cuya alimentación es enriquecida con aceite esencial de orégano se observa una reducción significativa de la oxidación lipídica en la carne cruda y cocinada mantenida en refrigeración, lo cual representa una buena alternativa al uso de la vitamina E alfatocoferol (Arcila *et al.*, 2004).

### **1.6.2. Potencial Antimicrobiano**

En estudios se ha comprobado que aceite esencial de orégano presenta actividad antimicrobiana (Rangel *et al.*, 2007), debido a sus dos principales

componentes fenólicos: el carvacrol (2-methyl-5-1-methylethylphenol) y thymol (2-isopropyl-5-methylphenol), estos tienen efecto importante sobre las bacterias indeseables del tracto digestivo de los animales (Rodríguez *et al*, 2005; Busatta *et al.*, 2007).

Se ha encontrado que los aceites esenciales de las especies del género *Origanum* presentan actividad contra bacterias gram negativas como *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Yersinia enterocolitica* y *Enterobacter cloacae*; y las gram positivas como *Staphylococcus aureus* (Juven *et al.*, 1994; citado por Furselli *et al*, 2006), *Staphylococcus epidermidis*, *Listeria monocytogenes* y *Bacillus subtilis* (Aligiannis *et al.*, 2001; Elgayyar *et al.*, 2001 citados en Arcila *et al.*, 2004). Tienen además capacidad antifúngica contra *Candida albicans*, *C.tropicalis*, *Torulopsis glabrata*, *Aspergillus niger*, *Geotrichum* y *Rhodotorula*; pero no contra *Pseudomona aeruginosa* (Sivropoulou *et al.*, 1996 citados por Arcila *et al.*, 2004; Montes *et al*, 1998 citados por Furselli *et al*, 2006).

Sus propiedades antimicrobianas acentúan su uso potencial en diferentes formulaciones de alimentos, sobre todo en aquellas susceptibles a ser colonizadas por bacterias como *Salmonella spp*, *E. coli*, *Bacillus*, entre otras. Además, se ha observado que en carne almacenada en empaques al vacío y en atmósferas modificadas, la adición del aceite esencial de orégano es un medio efectivo para controlar el deterioro del producto aumentando con esto la inocuidad de su consumo (Skandamis *et*

*al.*, 2002; Yousif *et al.*, 200 citados por Arcila *et al.*, 2004; Leite *et al.*, 2006).

En la región Amazonas se cultiva el orégano en una diversidad de pisos altitudinales y microclimas de las zonas alto andinas, por lo cual, en base a los aportes mencionados anteriormente, en la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar el rendimiento del aceite esencial del orégano cultivado en las localidades de Taquia, Huancas, Levanto, Cuemal, Cohechan y la Jalca de la región Amazonas.
- Evaluar la acción conservante del aceite esencial extraído de plantas de orégano cultivados en las zonas alto andinas de Taquia, Huancas, Levanto, Cuemal, Cohechan y la Jalca de la región Amazonas.

## II. MATERIALES Y METODOS

La presente investigación fue desarrollada en los laboratorios de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, comprendiendo dos etapas: Etapa de evaluación del rendimiento del aceite esencial de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas y la etapa de evaluación de la acción conservante en carne molida de cerdo del aceite esencial de orégano cultivado en las seis zonas alto andinas de Amazonas.

### **2.1. Evaluación del rendimiento del aceite esencial de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de la región Amazonas**

#### **2.1.1. Material biológico**

Estuvo conformada por plantas de orégano criollo (*Origanum vulgare* L.) con 15 a 20 % de floración, cultivado en las zonas alto andinas de Amazonas (Taquia, Huancas, Levanto, Cuemal, Cohechan, Jalca).

#### **2.1.2. Recolección de muestras de orégano**

La recolección de muestras de orégano se realizó en seis localidades de las zonas alto andinas de la región Amazonas; las cuales fueron seleccionadas según criterios de diferencias altitudinales, para lo cual se utilizó como referencia datos del INEI (2005); y datos obtenidos en campo. En cada área de cultivo se tomaron datos de coordenadas geográficas

empleando un geoposicionador (Garmin GPS-72), con la finalidad de complementar los datos reportados del INEI (Tabla 01).

Las localidades seleccionadas fueron dos localidades de la provincia de Luya tales como; Cohechan y Cuemal (Fig. 07) y cuatro localidades de la provincia de Chachapoyas como son; Levanto, Taquia, Huancas y la Jalca (Fig. 08).

**Tabla N° 01. Localidades de colecta de muestras de plantas de *Origanum vulgare* L.**

Distrito	Localidad	Coordenadas Geográficas		Altitud (m.s.n.n)
		S	O	
La Jalca	La Jalca	06°28'52.8"	77°48'46.6"	2800
Chachapoyas	Taquia	06°15'16.2"	77°50'01.6"	2680
Conila	Cohechan	06°11'14.1"	78°01'07.8"	3250
Huancas	Huancas	06°10'08.3"	77°51'58.2"	2558
Lámud	Cuemal	06°07'26.0"	77°59'06.6"	3021
Levanto	Levanto	06°18'13.5"	77°53'39.2"	2400

Fuente: Adaptación de INEI, 2005

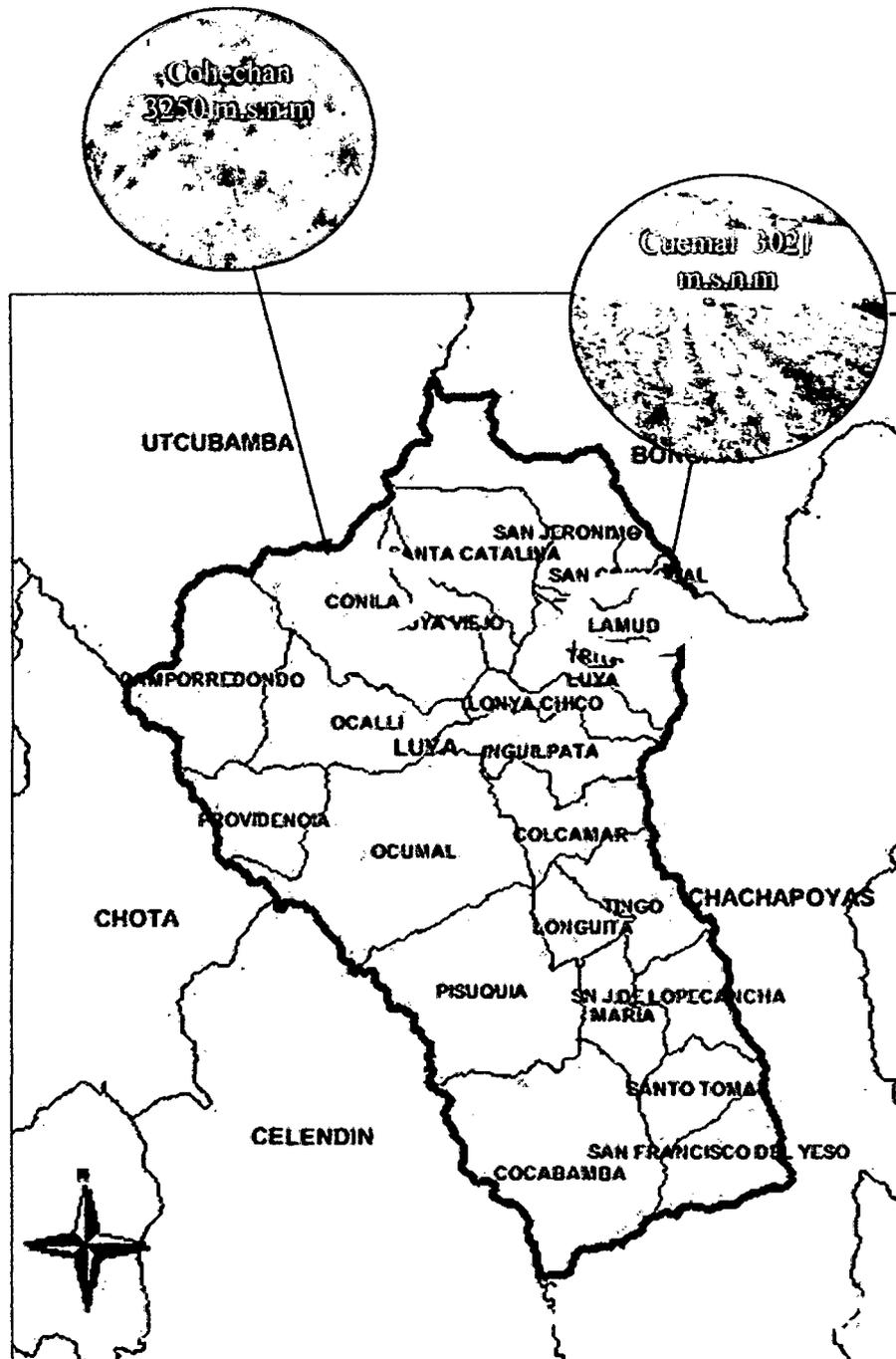


Fig. 07. Ubicación de dos localidades de colecta de plantas de *Origanum vulgare* L., en la provincia de Luya (Valderrama, 2005).

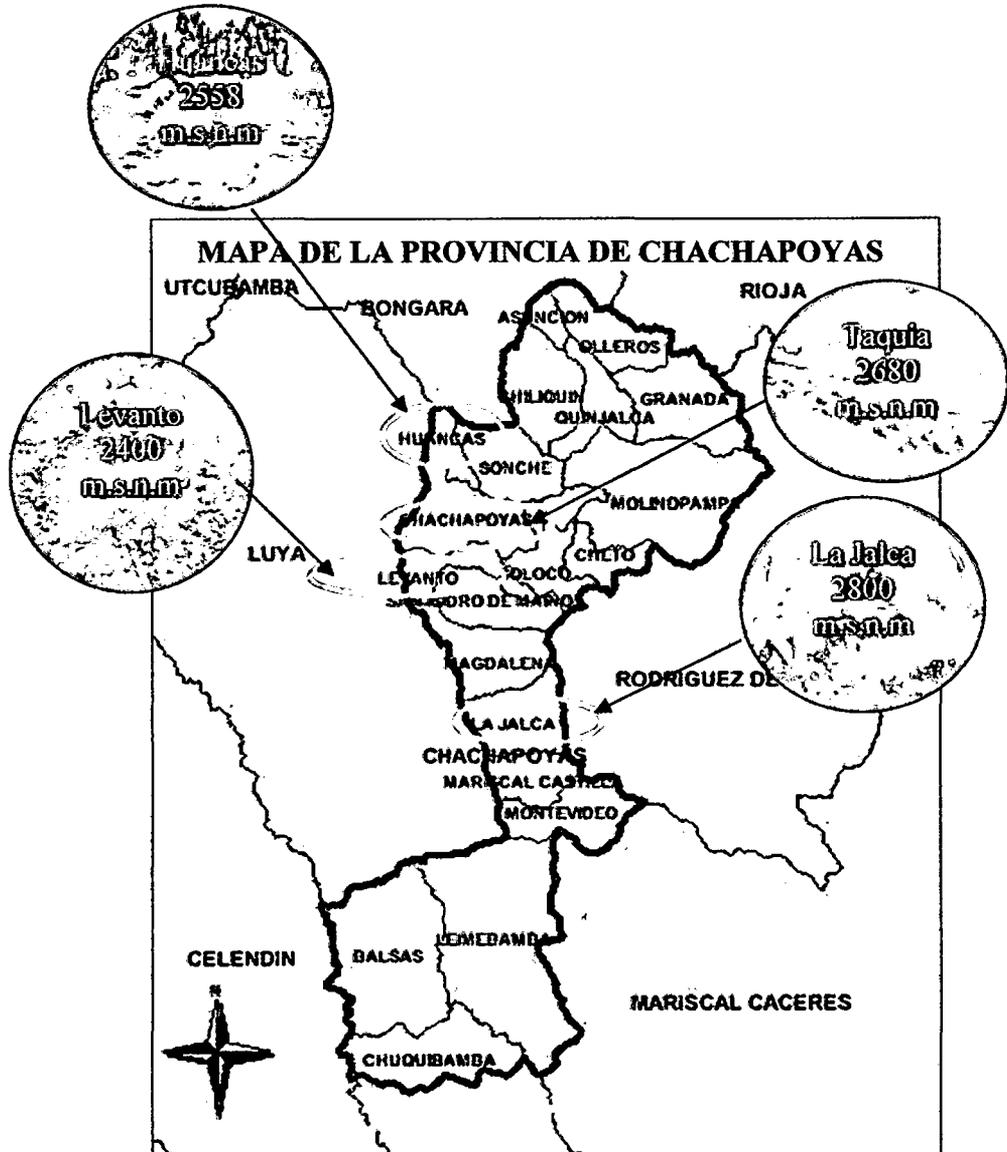


Fig. 08. Ubicación de tres localidades de colecta de plantas *Origanum vulgare* L., en la provincia de Chachapoyas (Valderrama, 2005).

En cada localidad seleccionada se recolectó 3 Kg de orégano de plantas que presentaron entre 15 a 20 % de floración (Siura *et al.*, 2008). La recolección se realizó del 02 de setiembre al 03 de octubre del año 2008; tomándose en cuenta la altura de planta, la pendiente aproximada de las áreas de cultivo de orégano, el color y textura del suelo mediante la densidad aparente del suelo (Ovalles, 2003; Yagüe y Pizarro, 2008), las que se muestran en el Anexo N° 01.

### **2.1.3. Extracción de aceites esenciales de orégano**

El proceso de extracción se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Biología de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Para la extracción de aceites esenciales se adaptó la metodología propuesta por Vásquez *et al.* (2001); Alderete y Janín (1999) cuyas principales etapas se presenta en un diagrama de operaciones (Fig. 09) y de manera detallada se explica a continuación:

#### **a) Secado**

Las plantas de orégano, colectadas en las seis zonas alto andinas de Amazonas, fueron extendidas y secadas al aire bajo sombra por 7 días hasta alcanzar una humedad aproximada de 17 %, la cual fue medida con el Analizador de Humedad (ADAN EQUIPMEN AMB50).

## **b) Despalillado**

Consistió en la separación de las hojas y flores del tallo, las cuales se envasaron en bolsas de papel y recubiertos con bolsas de polietileno con la finalidad de evitar la absorción de humedad durante el almacenamiento, hasta su uso en la extracción de aceites esenciales.

## **c) Destilación**

Las muestras desecadas de hojas y flores del orégano fueron molidas, pesadas en una balanza de precisión (DIGITAL PRECISION ES-200A) en porciones de 75 g y colocadas en el balón del equipo de destilación con arrastre de vapor de agua (Anexo N° 02), destilándose por dos horas con la finalidad de tratar de extraer todos los aceites esenciales. El proceso de extracción se repitió tres veces por cada zona.

## **d) Separación de la fase acuosa**

El codestilado obtenido, se dejó en reposo en un vaso beaker de 1000 mL por 30 minutos con la finalidad de que se separen la fase oleosa de la fase acuosa por efectos de gravimetría (Hernández *et al.*, 2007), luego se congeló en el freezer de una refrigeradora (LG GM-R433YQ) con la finalidad de separar el aceite esencial de la fase acuosa.

#### **e) Envasado**

Con una pipeta estéril de 1 mL se midió el volumen del aceite esencial; el cual se envasó en frascos de vidrio color ámbar de 250 mL, para mayor seguridad se cubrió los frascos pequeños con papel aluminio; finalmente se rotuló cada envase con el nombre de la zona alto andina correspondiente y se almacenó a  $2 \pm 1$  °C en una refrigeradora, hasta su posterior uso como conservante.

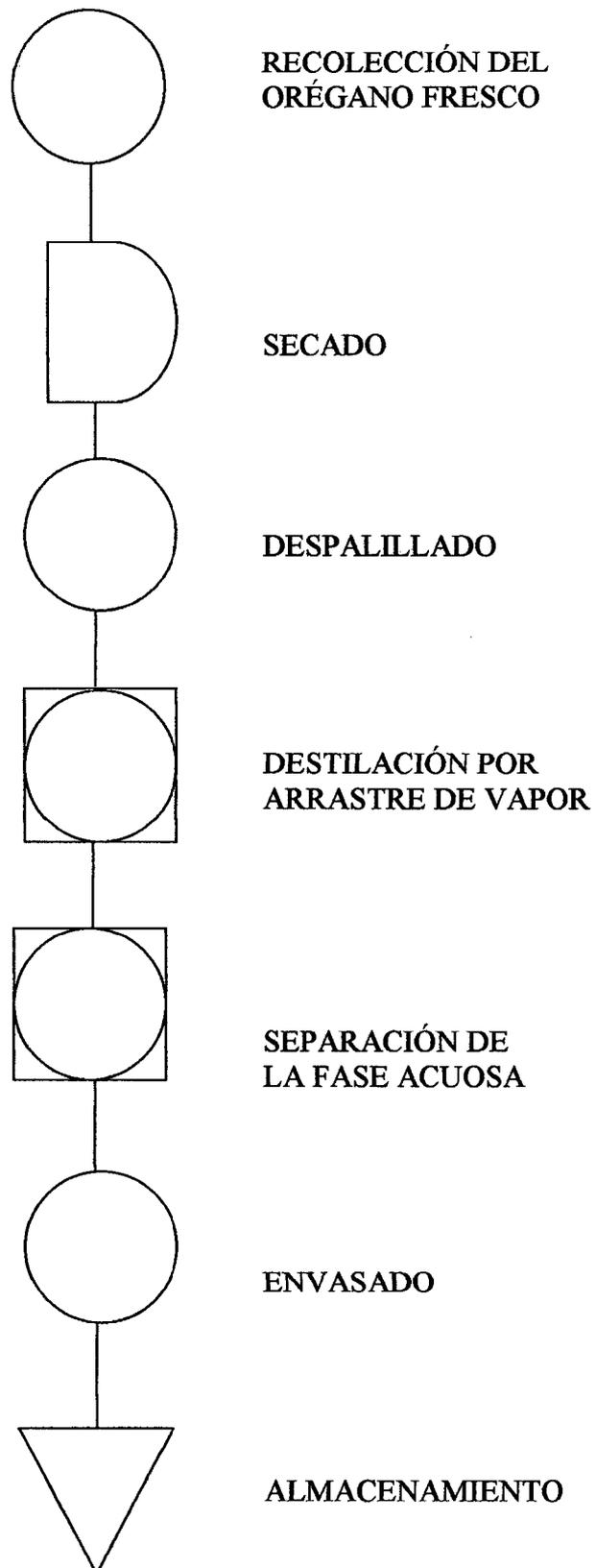


Fig. 09. Diagrama de operaciones del proceso de extracción de aceites esenciales de orégano.

## **2.2. Evaluación de la acción conservante en carne de cerdo del aceite esencial de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas**

Para determinar la acción conservante en carne de cerdo del aceite esencial de orégano cultivado en las seis zonas alto andinas de la región Amazonas, se realizó el análisis microbiológico, fisicoquímico (pH y acidez) y sensorial (olor y color) de la carne molida de cerdo. El análisis microbiológico y fisicoquímico se realizó en el Laboratorio de Biología de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial, y el análisis sensorial de las porciones de carne molida de cerdo se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Física de la Carrera profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

### **2.2.1. Acondicionamiento de la carne de cerdo**

La carne de cerdo *postmortem*, se obtuvo en el Mercado Central de la ciudad de Chachapoyas y el corte que se utilizó fue la parte del lomo, con la finalidad de realizar una evaluación cualitativa de la acción antioxidante del aceite esencial de orégano, ya que la carne de la parte del lomo contiene mayor contenido de grasas insaturadas (Eusse, 2000).

La pieza de carne fue de un cerdo cruce de Landrace (LD) y Large-White (LW) criado extensivamente que tuvo las siguientes características: Color blanco; orejas grandes y caídas; 14 meses de edad; macho; dorso poco curvo, grande y uniforme; y con un peso promedio de 90 Kg. La

carne de cerdo presentó las siguientes características: pH = 6,09, % ácido láctico= 0,44, color rosa brillante y una carga microbiana de mesófilos aerobios de  $3,4 \times 10^4$  UFC/g.

Para el acondicionamiento de la carne de cerdo, se empleó la metodología propuesta por Sánchez *et al.* (2004), cuyas etapas se detallan a continuación:

**a) Molido**

Después de haber realizado el corte, se separó la parte muscular del hueso y de la grasa, cortado en trozos pequeños para facilitar el molido; que se efectuó en una moledora de carne (1HO COMEK) de disco de 4 mm de diámetro.

**b) Adición del aceite esencial de orégano a la carne de cerdo**

Se preparó 48 porciones de carne molida de cerdo, 24 porciones de 40 g cada una para el análisis sensorial y las otras 24 de 60 g cada una para el análisis microbiológico y fisicoquímico. Las 42 porciones de las 48 fueron para evaluarlas con aceite esencial de orégano cultivado en las seis zonas alto andinas mencionadas anteriormente, correspondiendo 6 muestras a cada localidad; con la finalidad de evaluarlos a los 0, 4, 8 y 12 días; las seis porciones restantes fueron las muestras control, que no se adicionó aceite esencial de orégano.

Las porciones de carne de cerdo se colocaron en envases pequeños de unicel (poliestireno expandido) previamente rotulados con el nombre de la localidad de procedencia del orégano de la cual fue extraído el aceite esencial y luego se añadió el aceite esencial previamente preparado (mezcla de aceite esencial + 2% sal + 100 mL de agua destilada) en una proporción de 500 ppm, formando una pasta. Finalmente se almacenó las muestras previamente preparadas en condiciones de refrigeración a  $2 \pm 1^{\circ}\text{C}$  hasta la fecha de evaluación.

### **2.2.2. Análisis microbiológico**

Para evaluar la acción antimicrobiana del aceite esencial de orégano cultivado en las seis localidades de estudio, se realizó un recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables (Anexo N° 03) de cada muestra (carne molida de cerdo con y sin aceite esencial de orégano a 500 ppm), la evaluación se realizó a los 0, 4, 8 y 12 días de almacenamiento; para lo cual se utilizó el Método del Recuento en Placa por siembra en masa (Thatcher & Clark, 1975).

### **2.2.3. Análisis Físicoquímico**

Para la evaluación del pH de la carne molida de cerdo se utilizó un pHmetro digital (HANNA HI-7669A) y para determinar la acidez se realizó una titulación, para lo cual se siguió la metodología propuestas por Guerrero & Arteaga (1990).

#### **2.2.4. Análisis sensorial**

A las muestras de carne se realizó una prueba descriptiva (Anzaldúa, 2000), por lo que la evaluación fue realizada por siete jueces entrenados (04 hombres y 03 mujeres), cantidad recomendada por Lamrod (1997 citado en Anzaldúa, 2000), estos estuvieron constituidos por estudiantes de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAT-A. La evaluación sensorial de la carne de cerdo se llevó a cabo en porciones de 40 g, en la cual se evaluó el cambio de color y la desviación de olores.

##### **2.2.4.1. Entrenamiento de Jueces**

Se realizaron sesiones de entrenamiento para dar a conocer los productos a los jueces y los atributos a evaluar, después se realizó una discusión abierta. Los jueces se entrenaron en dos sesiones de media hora aproximadamente, en las cuales se les sirvieron porciones de carne con una gran variedad de para que se familiarizaran con la variación de los colores y olores en los tratamientos evaluados (Anexo N° 04).

Para evaluar el color inadecuado en la superficie, se presentaron muestras con 0, 10, 20, 60 y 100% de color inadecuado; para evaluar el olor, las muestras de carne presentaban diferentes variaciones y características en el olor que se encontraban dentro del rango en la escala de evaluación. Las muestras incluían porciones de carne de cerdo de diferentes

tiempos y hasta por 4 semanas para permitir la formación de olores relacionados con el deterioro de la carne; además, se prepararon controles frescos el mismo día de la evaluación como una referencia al olor y para el color se presentó una escala de colores.

#### **2.2.4.2. Evaluación sensorial**

En el momento de la evaluación sensorial se les otorgó a los jueces las fichas de evaluación sensorial (Anexo N° 05) y la escala de colores (Anexo N° 06). Luego se le asignaron las muestras codificadas a cada juez y se sirvieron después de 20 minutos de abrirse los envases. Se registraron las puntuaciones usando 5-puntos en escala descriptiva de acuerdo a Djenane *et al.* (2001 citado por Sánchez *et al.*, 2004). Los términos descriptivos utilizados para las variaciones de olor fueron de 1= ninguna, 2= ligera, 3= pequeña, 4= moderada y 5= extrema.

La medición de colores se efectuó usando escalas de colores, la cual estuvo constituida por fotografías (Orellana, 1994; citado por Sánchez *et al.*, 2004). Las escalas de color inadecuado se hicieron en base al porcentaje del color inadecuado de la superficie: 1= ninguno, 2= 0-10%, 3= 11- 20%, 4= 21-60% y 5= 61-100%.

## 2.3. Análisis estadístico

### 2.3.1. Rendimiento del aceite esencial de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas

Para el análisis del rendimiento del aceite esencial de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas, se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 6 tratamientos y 3 repeticiones.

Modelo aditivo lineal.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \bar{E}_{ij} \quad i=1,\dots,t \quad j=1,\dots,r_j$$

$Y_{ij}$  = Rendimiento del aceite esencial de orégano cultivado en la  $i$ -ésima zona alto andina de Amazonas y en la  $j$ -ésima repetición

$\mu$  = Efecto de la media general del rendimiento de aceite esencial de orégano

$\alpha_i$  = Efecto de la  $i$ -ésima zona alto andina.

$\bar{E}_{ij}$  = Efecto del error experimental con la  $i$ -ésima zona alto andina con la  $j$ -ésima repetición.

Para la comparación de medias de los 6 tratamientos se empleó la prueba Tukey con un nivel de confianza de 95%. Para lo cual se siguió la metodología descrita por Montgomery (1988).

### **2.3.2. Acción conservante en carne molida de cerdo del aceite esencial de orégano cultivado en 6 zonas alto andinas de Amazonas**

#### **2.3.2.1. Análisis microbiológico y fisicoquímico de la carne molida de cerdo**

Para evaluar el crecimiento de bacterias mesófilos aerobios (ufc/g), los cambios de pH y % acidez en la carne molida de cerdo sin tratamiento ( $a_1$ ) y tratadas con aceites esenciales de plantas de orégano provenientes de las 6 diferentes zonas ( $a_2$ =Cohechan  $a_3$ =Huancas,  $a_4$ =La Jalca,  $a_5$ =Taquia,  $a_6$ =Cuemal,  $a_7$ =Levanto) de estudio; durante los días de almacenamiento ( $b_1=0$ ,  $b_2=4$ ,  $b_3=8$ ,  $b_4=12$  días de almacenamiento); se empleó un Diseño Completo al Azar (DCA) con un arreglo factorial de 7AX4B y 3 repeticiones.

#### **Modelo Aditivo Lineal**

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \bar{E}_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = ufc/g, pH, % de acidez de la carne molida de cerdo tratada con el  $i$ -ésimo aceite esencial de la zona alto andina en el  $j$ -ésimo día de evaluación y en la  $k$ -ésima repetición.

$\mu$  = Efecto de la Media general.

$\tau_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo aceite esencial de la zona alto andina.

$\beta_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo día.

$(\tau \beta)_{ij}$  = Es el efecto de la interacción del  $i$ -ésimo aceite esencial de la zona alto andina en el  $j$ -ésimo día de almacenamiento.

$\bar{E}_{ijk}$  = Efecto del error experimental del  $i$ -ésimo aceite esencial de la zona alto andina en el  $j$ -ésimo día y en la  $k$ -ésima repetición.

Para las comparaciones de las medias de los niveles  $i$  y  $j$  de un factor sobre todos los niveles del otro se empleó la prueba Tukey con un nivel de confianza de 95%. Para lo cual también se siguió la metodología descrita por Montgomery (1988).

### 2.3.2.2. Análisis sensorial de la carne molida de cerdo

Para evaluar los cambios de las características sensoriales (olor y color) de la carne molida de cerdo sin tratamiento ( $a_1$ ) y tratadas con aceites esenciales de plantas de orégano provenientes de las 6 diferentes zonas ( $a_2$ =Cohechan  $a_3$ =Huancas,  $a_4$ =La Jalca,  $a_5$ =Taquia,  $a_6$ =Cuemal,  $a_7$ =Levanto) de estudio; durante los días de almacenamiento ( $b_1=0$ ,  $b_2=4$ ,  $b_3=8$ ,  $b_4=12$  días de almacenamiento); se empleó un Diseño en Bloque Completo al Azar (DBCA) con 7 panelistas entrenados.

Modelo Aditivo Lineal

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \bar{E}_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Puntuaciones del color y olor de la carne molida de cerdo tratada con el  $i$ -ésimo aceite esencial de la zona alto andina,  $j$ -ésimo juez (Bloque).

$\mu$  = Efecto de la Media general.

$\tau_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo aceite esencial de la zona alto andina.

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo juez (bloque).

$\bar{E}_{ij}$  =Efecto del error experimental del i-ésimo aceite esencial de la zona alto andina, j-ésimo juez.

Para las comparaciones de las medias de los niveles i se empleó la prueba Tukey con un nivel de confianza de 95%.

### **III. RESULTADOS**

**Los resultados de la presente investigación fueron los siguientes:**

#### **3.1. Evaluación del rendimiento del aceite esencial de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas.**

El rendimiento promedio de aceites esenciales de orégano cultivado en las seis localidades de la región Amazonas, presentaron valores entre 0,63 a 1,94 %, tal como se puede apreciar en la Tabla N° 02; el mayor rendimiento de aceite esencial (1,94 y 1,82 %) se encontró en las plantas de orégano cultivadas en la localidades La Jalca y Taquia, y el menor rendimiento (0,63%) en la localidad de Levanto. Las diferencias del rendimiento de aceites esenciales en las localidades estudiadas, fueron notorias tal como se puede apreciar en la figura 10; incluso el contenido promedio de aceites esenciales fue tres veces mayor en las localidades La Jalca y Taquia, obteniéndose los mayores rendimientos; siendo significativos de acuerdo al análisis de varianza (Anexo N° 07) y la prueba Tukey al 95% de confianza (Tabla N° 02).

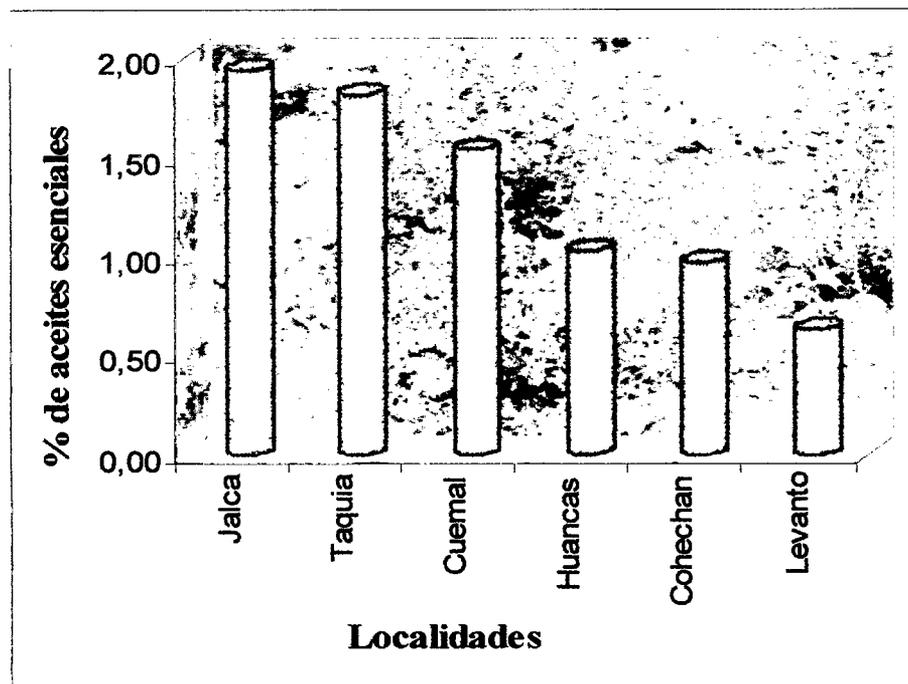


Fig. 10. Rendimiento de aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas.

Tabla N° 02. Rendimiento de aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas.

Localidad	Coordenadas Geográficas		Altitud (m.s.n.m.)	Rendimiento de aceites esenciales de orégano seco % (*)
	S	O		
Levanto	06°18'13.5"	77°53'39.2"	2400	0,63 <sup>d</sup>
Huancas	06°10'08.3"	77°51'58.2"	2558	1,03 <sup>c</sup>
Taquia	06°15'16.2"	77°50'01.6"	2680	1,82 <sup>a</sup>
La Jalca	06°28'52.8"	77°48'46.6"	2800	1,94 <sup>a</sup>
Cuemal	06°07'26.0"	77°59'06.6"	3021	1,54 <sup>b</sup>
Cohechan	06°11'14.1"	78°01'07.8"	3250	0,97 <sup>c</sup>

(\*) Diferentes letras indican diferencias significativas entre tratamientos para  $\leq 0,05$  de acuerdo a la prueba de Tukey ( $ALS_{(T)0,05} = 0,27$ ).

### **3.2. Evaluación de la acción conservante en carne de cerdo del aceite esencial de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas**

#### **3.2.1. Análisis Microbiológico**

Las muestras de carne molida de cerdo presentaron un aumento considerable en el crecimiento de microorganismos aerobios mesófilos durante el almacenamiento por un periodo de 12 días (Fig. 11). El aceite esencial de plantas de orégano cultivado en Taquia, La Jalca y Cuemal, presentaron una mejor respuesta inhibitoria frente a los microorganismos aerobios mesófilos (siendo  $7,4 \times 10^6$ ,  $1,1 \times 10^7$ ,  $2,3 \times 10^7$  ufc/g, respectivamente en los 12 días de almacenamiento).

De acuerdo al análisis de varianza (Anexo N° 07) y a la prueba Tukey a un nivel de confianza 95% (Tabla N° 03), se determinó que las diferencias de la cantidad de UFC/g entre la muestra control y las muestras tratadas con aceites esenciales de plantas de orégano cultivados en las localidades de la Jalca, Taquia y Cuemal fueron significativas en el día 8 y 12; los recuentos fueron de aproximadamente un ciclo logarítmico más bajo que el control. Para el caso de las muestras tratadas con aceites esenciales de plantas de orégano de Cohechan, Huancas y Levanto difirieron significativamente de las muestras con aceites esenciales de plantas de orégano de Taquia, La Jalca y Cuemal en el día 8 y 12; pero no difirieron significativamente del control hasta el día 8; sin embargo, en el día 12 existió diferencia significativa; además en este último día de almacenamiento existió diferencia significativa entre todas las muestras, siendo la localidad de Taquia la que mostró una mayor inhibición de microorganismos.

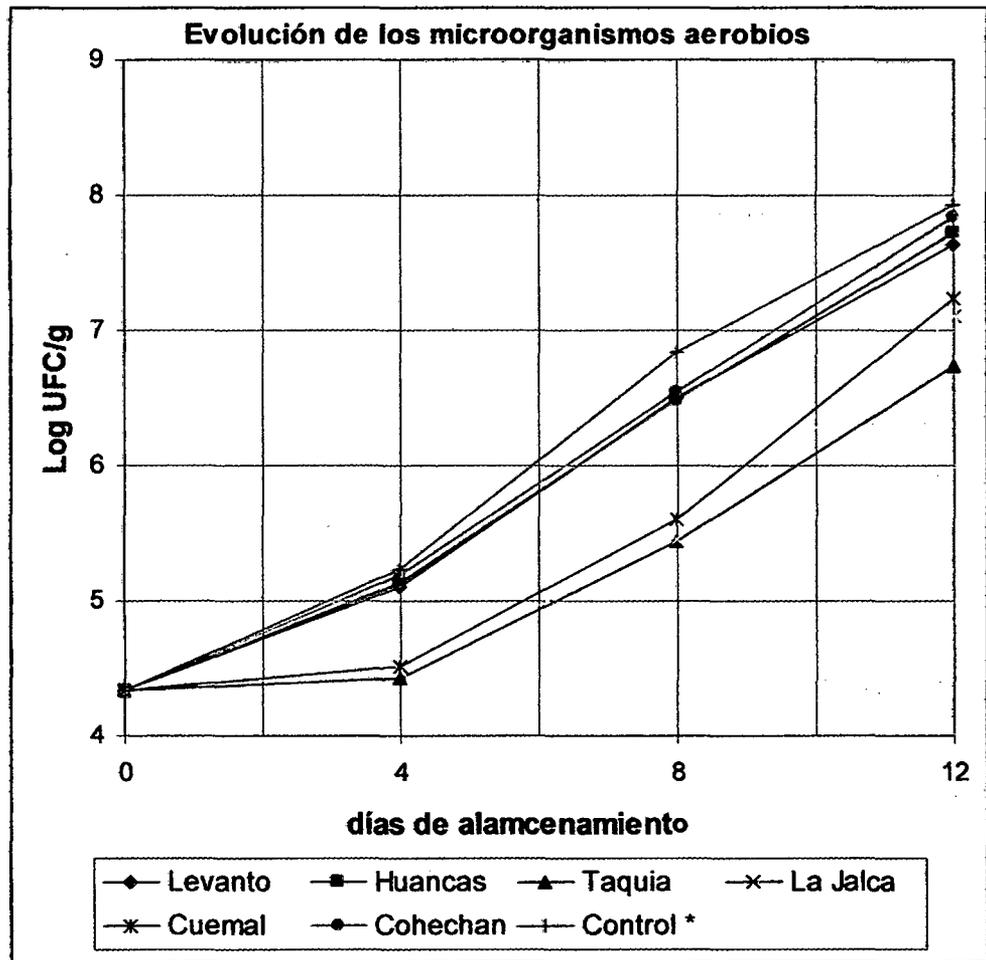


Fig. 11. Crecimiento de aerobios mesófilos en porciones de carne molida de cerdo tratadas con aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas y almacenadas a  $2 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 12 días.

**Tabla N° 03. Recuento de bacterias mesófilos aerobios (UFC/g) en porciones de carne molida de cerdo tratadas con aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas y almacenadas a  $2 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 12 días.**

Localidad	Altitud (m.s.n.m.)	DIAS DE ALMACENAMIENTO (')			
		0	4	8	12
Levanto	2400	$3,4 \times 10^{4a}$	$1 \times 10^{5a}$	$5 \times 10^{6b}$	$6,3 \times 10^{7d}$
Huancas	2558	$3,4 \times 10^{4a}$	$1,3 \times 10^{5a}$	$4,9 \times 10^{6b}$	$7,2 \times 10^{7e}$
Taquia	2680	$3,4 \times 10^{4a}$	$4,2 \times 10^{4a}$	$4,4 \times 10^{5a}$	$7,4 \times 10^{6a}$
La Jalca	2800	$3,4 \times 10^{4a}$	$4,8 \times 10^{4a}$	$4,6 \times 10^{5a}$	$1,1 \times 10^{7b}$
Cuemal	3021	$3,4 \times 10^{4a}$	$5,2 \times 10^{4a}$	$6 \times 10^{5a}$	$2,3 \times 10^{7c}$
Cohechan	3250	$3,4 \times 10^{4a}$	$1,9 \times 10^{5a}$	$5,4 \times 10^{6b}$	$8,4 \times 10^{7f}$
Control *	-----	$3,4 \times 10^{4a}$	$2,3 \times 10^{5a}$	$8,4 \times 10^{6b}$	$9,2 \times 10^{7g}$

('): Valores en la misma columna con diferente letra indican diferencias significativas entre tratamientos para  $\mathcal{P} \leq 0,05$  de acuerdo a la prueba de Tukey ( $ALS_{(T)0,05} = 3528297,42$ ).

\*No se adicionó aceite esencial.

### 3.2.2. Análisis físico químico

La variación de pH en la carne molida de cerdo durante los días de almacenamiento, fue proporcionalmente directa al crecimiento microbiano, tal como se observa en la figura 12 y la variación del % de ácido láctico fue proporcionalmente inversa al crecimiento microbiano (Fig. 13). Las diferencias entre los tratamientos fueron significativas (Tabla N° 04 y 05) a partir del día 4 de almacenamiento, siendo las muestras tratadas con aceites esenciales de plantas de orégano cultivadas en Taquia, La Jalca y Cuemal respectivamente, las que presentaron menor variación del pH y el % de ácido láctico de la carne molida de cerdo durante los días de almacenamiento.

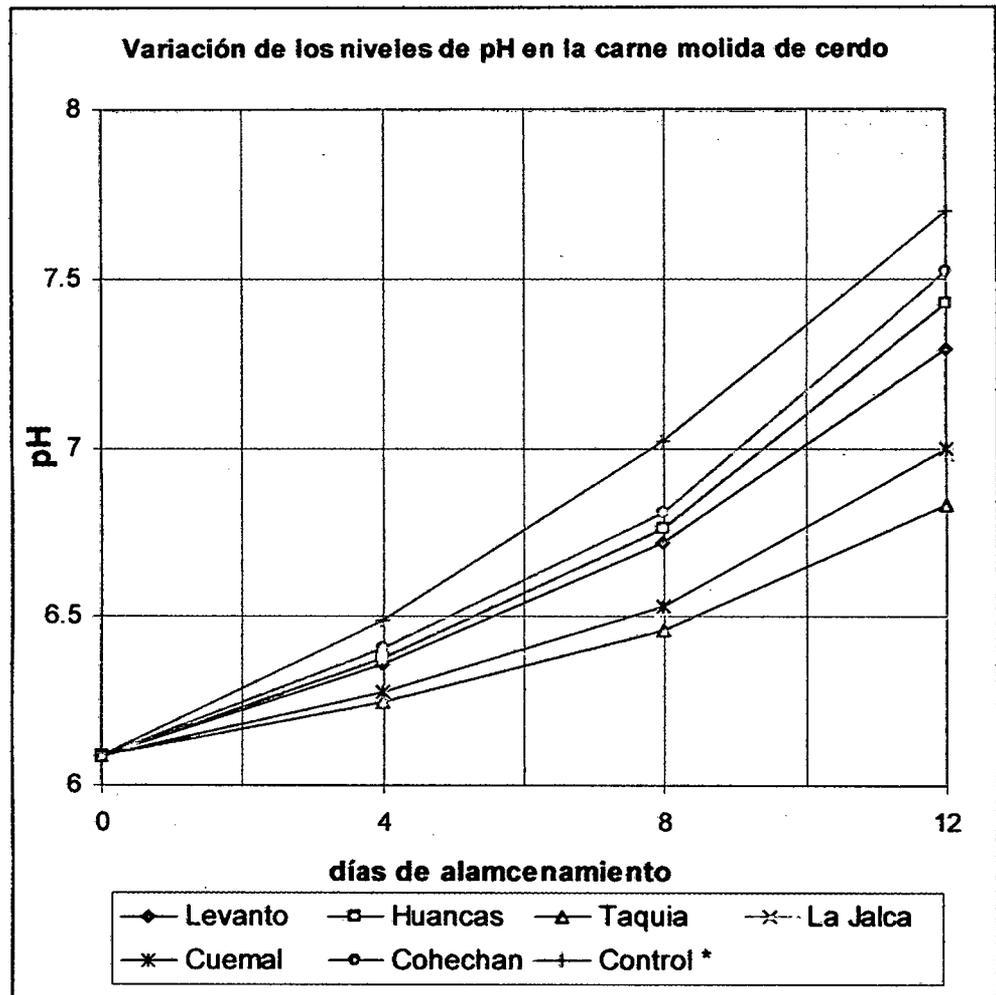


Fig. 12. Variación de los niveles de pH en porciones de carne molida de cerdo tratadas con aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas y almacenadas a  $2 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 12 días.

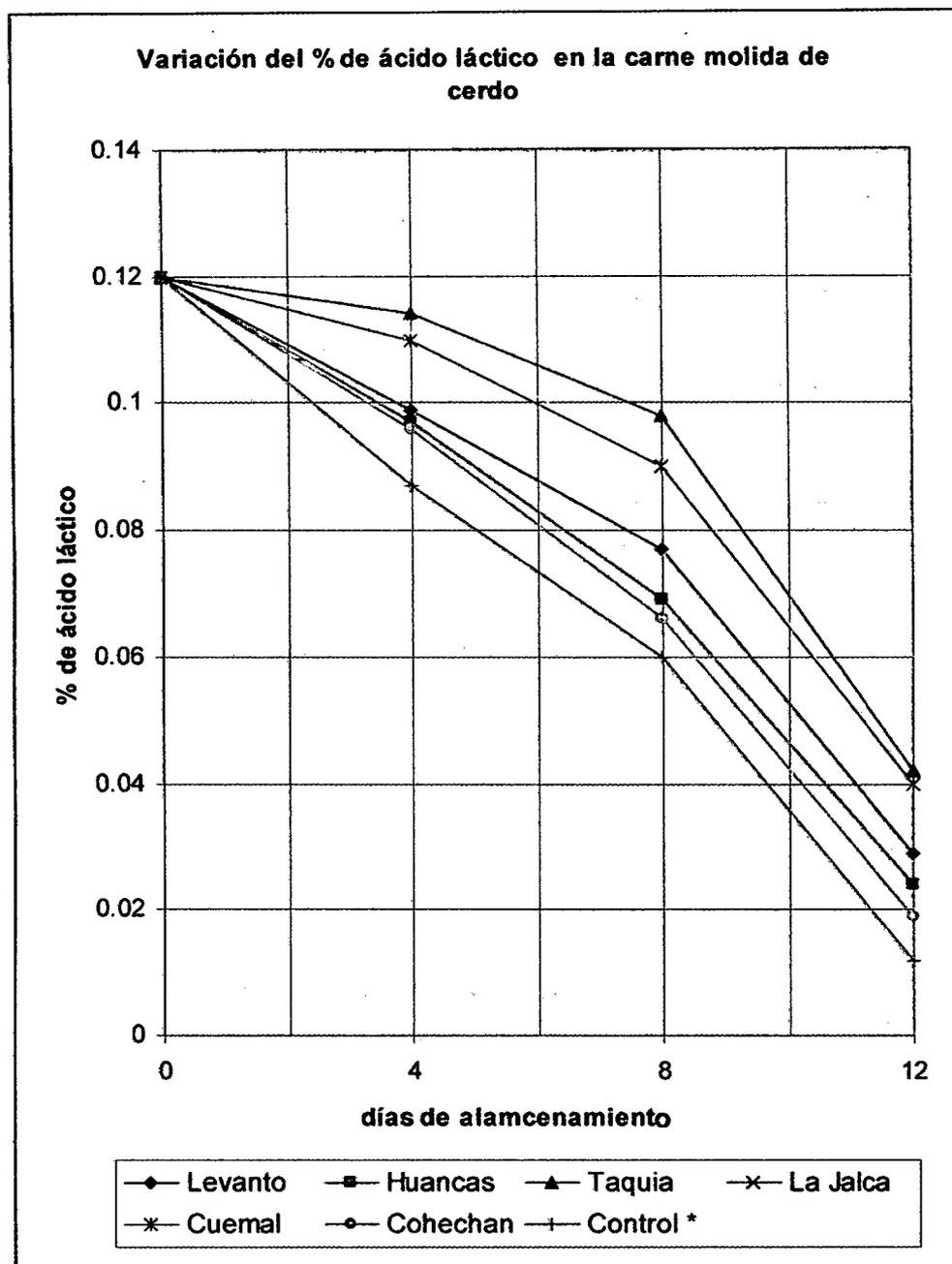


Fig. 13. Variación del % de ácido láctico en porciones de carne molida de cerdo tratadas con aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas y almacenadas a  $2\pm 1^{\circ}\text{C}$  durante 12 días.

**Tabla N° 04. Variación de los niveles de pH en porciones de carne molida de cerdo tratadas con aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas y almacenadas a 2±1°C durante 12 días.**

Localidad	Altitud (m.s.n.m.)	DIAS DE ALMACENAMIENTO (°)			
		0	4	8	12
Levanto	2400	6,09 <sup>a</sup>	6,36 <sup>d</sup>	6,72 <sup>c</sup>	7,29 <sup>d</sup>
Huancas	2558	6,09 <sup>a</sup>	6,38 <sup>d</sup>	6,76 <sup>d</sup>	7,43 <sup>e</sup>
Taquia	2680	6,09 <sup>a</sup>	6,25 <sup>a</sup>	6,46 <sup>a</sup>	6,83 <sup>a</sup>
La Jalca	2800	6,09 <sup>a</sup>	6,27 <sup>b</sup>	6,51 <sup>b</sup>	6,98 <sup>b</sup>
Cuemal	3021	6,09 <sup>a</sup>	6,28 <sup>b</sup>	6,53 <sup>b</sup>	7,00 <sup>c</sup>
Cohechan	3250	6,09 <sup>a</sup>	6,41 <sup>c</sup>	6,81 <sup>e</sup>	7,52 <sup>f</sup>
Control *	-----	6,09 <sup>a</sup>	6,49 <sup>f</sup>	7,02 <sup>f</sup>	7,70 <sup>g</sup>

(°): Valores en la misma columna con diferente letra indican diferencias significativas entre tratamientos para  $P \leq 0,05$  de acuerdo a la prueba de Tukey ( $ALS_{(T)0,05} = 0,025$ ).

\*No se adicionó aceite esencial.

**Tabla N° 05. Variación del % de ácido láctico en porciones de carne molida de cerdo tratadas con aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas, y almacenadas a 2±1°C durante 12 días.**

Localidad	Altitud (m.s.n.m.)	DIAS DE ALMACENAMIENTO (°)			
		0	4	8	12
Levanto	2400	0,120 <sup>a</sup>	0,099 <sup>b</sup>	0,077 <sup>c</sup>	0,029 <sup>c</sup>
Huancas	2558	0,120 <sup>a</sup>	0,097 <sup>b</sup>	0,069 <sup>d</sup>	0,024 <sup>d</sup>
Taquia	2680	0,120 <sup>a</sup>	0,114 <sup>a</sup>	0,098 <sup>a</sup>	0,042 <sup>a</sup>
La Jalca	2800	0,120 <sup>a</sup>	0,111 <sup>a</sup>	0,091 <sup>b</sup>	0,040 <sup>b</sup>
Cuemal	3021	0,120 <sup>a</sup>	0,110 <sup>a</sup>	0,090 <sup>b</sup>	0,040 <sup>b</sup>
Cohechan	3250	0,120 <sup>a</sup>	0,096 <sup>b</sup>	0,066 <sup>d</sup>	0,019 <sup>e</sup>
Control *	-----	0,120 <sup>a</sup>	0,087 <sup>c</sup>	0,060 <sup>e</sup>	0,012 <sup>f</sup>

(°): Valores en la misma columna con diferente letra indican diferencias significativas entre tratamientos para  $P \leq 0,05$  de acuerdo a la prueba de Tukey ( $ALS_{(T)0,05} = 0,0044$ ).

\*No se adicionó aceite esencial.

### **3.2.3. Análisis sensorial**

Las porciones de carne de cerdo tratadas con aceites esenciales de plantas de orégano cultivadas en Taquia, La Jalca y Cuemal iniciaron a presentar variación en el olor y color de la carne al octavo día de almacenamiento; mientras que el aceite esencial de las localidades de Levanto, Huancas y Cohechan presentaron variación a partir del cuarto día de almacenamiento (Fig. 14 y 15). La puntuación más baja tanto para el color como para el olor, aún al final del período de almacenamiento la obtuvieron las muestras tratadas con aceites esenciales de plantas de orégano cultivados en Taquia, La Jalca y Cuemal; estas diferencias fueron significativas hasta el día 8 de almacenamiento, pero en el día 12 las muestras tratadas con aceite esencial de orégano cultivado en Taquia es la que presentó valores significativos mas bajos (Tabla N° 06 y 07).

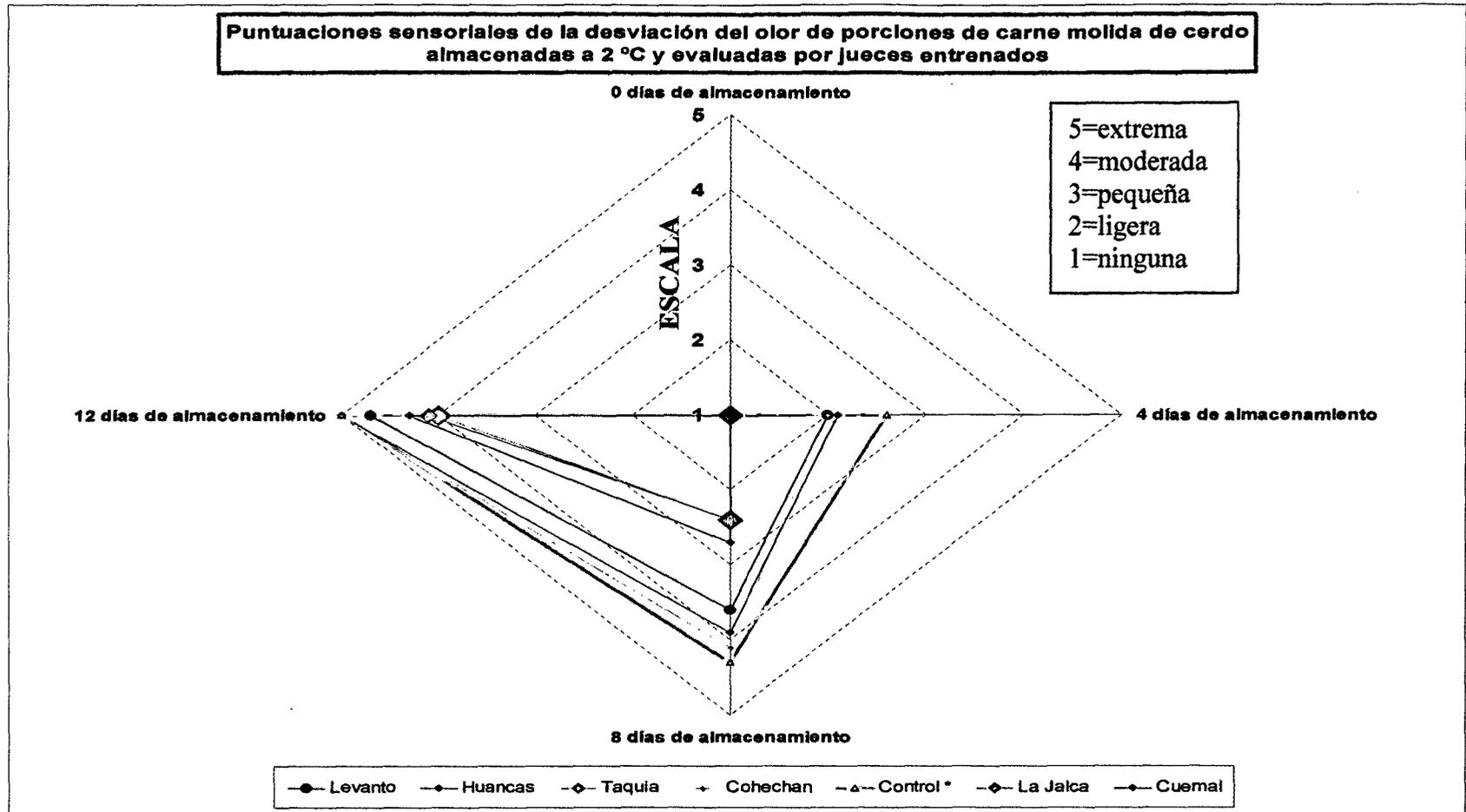


Fig. 14. Promedio de las puntuaciones sensoriales de la desviación del olor de porciones de carne molida de cerdo tratadas con aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas y almacenadas a  $2 \pm 1$  °C durante 12 días.

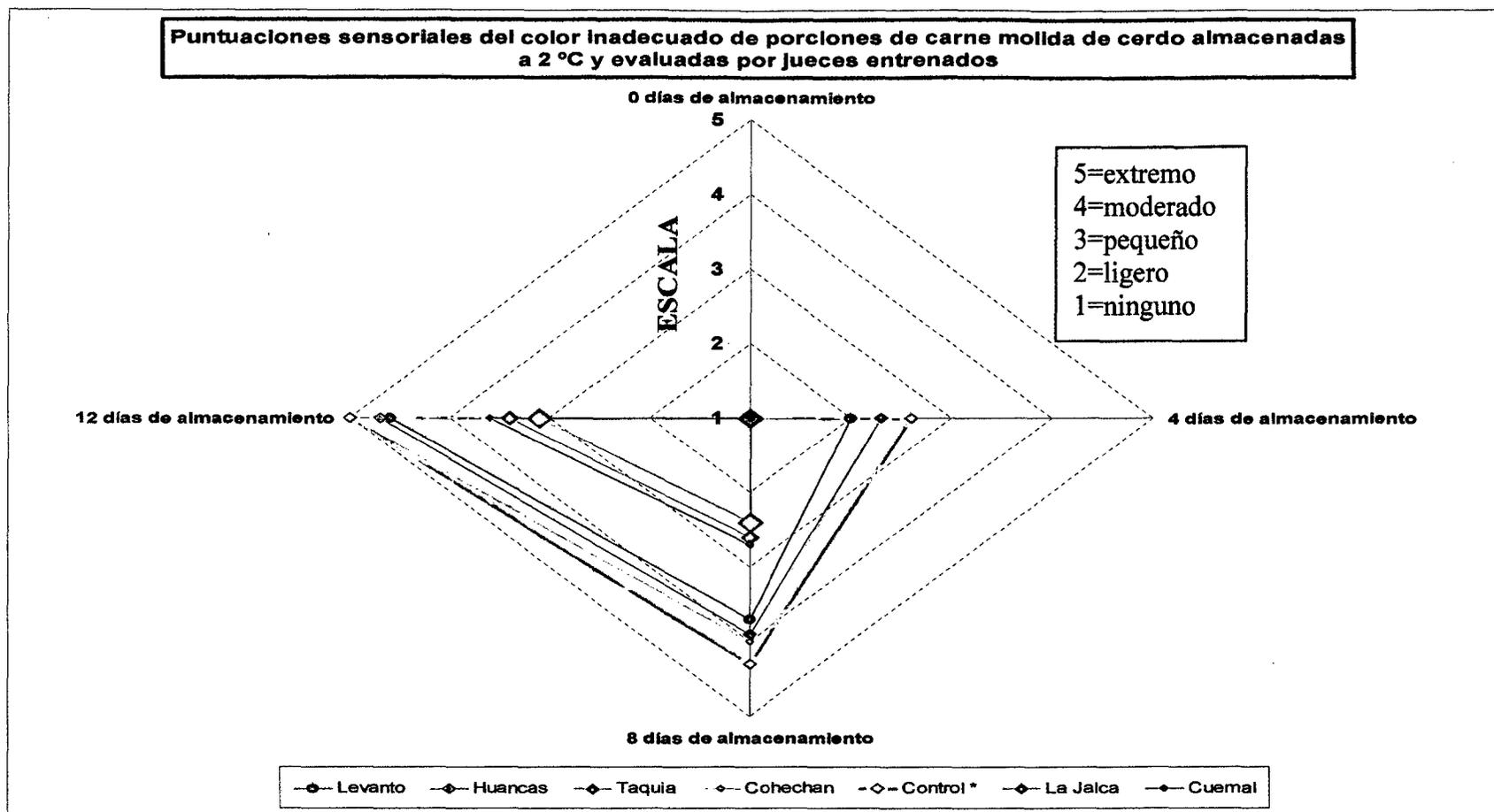


Fig. 15. Promedio de las puntuaciones sensoriales del color inadecuado de porciones de carne molida de cerdo tratadas con aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas y almacenadas a  $2 \pm 1$  °C durante 12 días.

**Tabla N° 06. Puntuaciones sensoriales de la desviación del olor de porciones de carne molida de cerdo tratadas con aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas y almacenadas a  $2\pm 1$  °C durante 12 días, evaluadas por jueces entrenados.**

Localidad	Altitud (m.s.n.m.)	DIAS DE ALMACENAMIENTO (')			
		0	4	8	12
Levanto	2400	1 <sup>a</sup>	2,0 <sup>b</sup>	3,6 <sup>b</sup>	4,7 <sup>b</sup>
Huancas	2558	1 <sup>a</sup>	2,1 <sup>b</sup>	3,9 <sup>b</sup>	5,0 <sup>b</sup>
Taquia	2680	1 <sup>a</sup>	1,0 <sup>a</sup>	2,4 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>
La Jalca	2800	1 <sup>a</sup>	1,0 <sup>a</sup>	2,4 <sup>a</sup>	4,1 <sup>a</sup>
Cuemal	3021	1 <sup>a</sup>	1,0 <sup>a</sup>	2,7 <sup>a</sup>	4,3 <sup>a</sup>
Cohechan	3250	1 <sup>a</sup>	2,0 <sup>b</sup>	4,1 <sup>b</sup>	5,0 <sup>b</sup>
Control *	-----	1 <sup>a</sup>	2,6 <sup>c</sup>	4,3 <sup>b</sup>	5,0 <sup>b</sup>

('): Valores en la misma columna con diferente letra indican diferencias significativas entre tratamientos para  $P \leq 0,05$  de acuerdo a la prueba de Tukey.

\*No se adicionó aceite esencial.

Escala: 1= ninguno, 2 = ligero, 3 = pequeño, 4 = moderado, 5 = extremo.

**Tabla N° 07. Puntuaciones sensoriales del color de porciones de carne molida de cerdo tratadas con aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas y almacenadas a  $2\pm 1$  °C durante 12 días, evaluadas por jueces entrenados.**

Localidad	Altitud (m.s.n.m.)	DIAS DE ALMACENAMIENTO (')			
		0	4	8	12
Levanto	2400	1 <sup>a</sup>	2,0 <sup>b</sup>	3,7 <sup>b</sup>	4,6 <sup>b</sup>
Huancas	2558	1 <sup>a</sup>	2,3 <sup>b</sup>	3,9 <sup>b</sup>	4,7 <sup>b</sup>
Taquia	2680	1 <sup>a</sup>	1,0 <sup>a</sup>	2,4 <sup>a</sup>	3,1 <sup>a</sup>
La Jalca	2800	1 <sup>a</sup>	1,0 <sup>a</sup>	2,6 <sup>a</sup>	3,4 <sup>a</sup>
Cuemal	3021	1 <sup>a</sup>	1,0 <sup>a</sup>	2,7 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>
Cohechan	3250	1 <sup>a</sup>	2,3 <sup>b</sup>	4,0 <sup>b</sup>	5,0 <sup>b</sup>
Control *	-----	1 <sup>a</sup>	2,6 <sup>c</sup>	4,3 <sup>b</sup>	5,0 <sup>b</sup>

('): Valores en la misma columna con diferente letra indican diferencias significativas entre tratamientos para  $P \leq 0,05$  de acuerdo a la prueba de Tukey.

\*No se adicionó aceite esencial.

Escala: 1= ninguno, 2 = ligero, 3 = pequeño, 4 = moderado, 5 = extremo.

#### IV. DISCUSIÓN

En la presente investigación se determinó que la altitud influye en el rendimiento y la composición de los aceites esenciales en plantas de orégano cultivados en las seis localidades de estudio; es así que las localidades La Jalca y Taquia que se encuentran en una altitud de 2800 y 2680 m.s.n.m. respectivamente se reportó los mayores rendimientos (1,94% y 1,82%), y asimismo reportaron una mejor inhibición del crecimiento de microorganismos ( $7,4 \times 10^6$  y  $1,1 \times 10^7$  UFC/g). Estos resultados demostraron que existe un efecto de la altitud en el rendimiento y la composición de los aceites esenciales de las plantas de *Origanum vulgare* L. cultivado en las seis localidades de estudio, esta observación concuerda con lo reportado por algunos autores como: Itelpmal (1992 citado por Di Fabio, 2002); Russo *et al* (1998 citado por Arcila *et al.*, 2004); Kokkini (1997 citado por Arcila *et al.*, 2004); Cueto *et al.* (2007); Arcila *et al.* (2004) y Wageningen University (2008) quienes manifiestan que las variaciones de la composición y la cantidad de aceite esencial del *Origanum vulgare* L. se ve afectado por la altitud del lugar de cultivo. Aunque no se determinó la composición química de los aceites esenciales, este se evaluó de manera cualitativa a través de su acción conservante en carne de cerdo, en base a los aportes de ciertos autores (Silva, 2003, citado por Hernández *et al.*, 2007; Silva & Morales, 2007; Milos & Jerkovic, 2000, Pokorny & Gordon, 2001, citados por Chaquilla *et al.*, 2007), quienes demostraron en sus investigaciones que la efectividad de los aceites esenciales de *Origanum vulgare* L. como conservante en los alimentos, depende de su composición química principalmente por su contenido en Carvacrol y Thymol.

La diferencia altamente significativa del rendimiento de aceites esenciales de las plantas de *Origanum vulgare* L. cultivado en las seis localidades de estudio,

concuerta con los resultados obtenidos en *Drimys* spp. (Magnoliophyta: Winteraceae) en Chile (Muñoz *et al.*, 2004); en el sentido de que existe efecto de la altitud y latitud en la concentración de principios activos de las plantas; por ejemplo a latitudes de 35°37 S 71°42 O y a una altitud de 120 m.s.n.m. se encontró que el rendimiento de aceites esenciales de *Drimys* spp fue de 0,67 % y a latitudes 38°14 S 71°45 O y a 900 m.s.n.m. de altitud se encontró que el rendimiento de aceites esenciales de *Drimys* spp fue de 0,3 %. Para el caso del orégano, se encontró que a latitudes de 06°15'16,2"S 77°50'01,6"O y a una altitud de 2680 m.s.n.m. el rendimiento fue de 1,82 % (Taquia), y a latitudes de 06°11'14,1"S 78°01'07,8"O y a una altitud de 3250 m.s.n.m. el rendimiento fue de 0,97% (Cohechan); lo cual si comparamos los resultados obtenidos en *Drimys* spp con los del Orégano se pude afirmar que a latitudes más cercanas a la línea ecuatorial y a altitudes más bajas, el rendimiento de aceites esenciales de estas plantas van aumentando, lo cual se debe a que los rayos de luz solar son más directos en las zonas más cercanas a la línea ecuatorial y también el fotoperiodo es mayor en las altitudes más bajas (Taiz & Zeiger, 2006).

En un estudio en plantas medicinales realizado en Puebla-México han determinado que las altitudes más bajas y próximas a la zona del mar son más adecuadas para cultivar de las especies aromáticas de las que se obtendrán unos aceites esenciales de mayor calidad y rendimiento (SDR, 2005); lo cual explica la variación significativa del rendimiento y de la acción conservante de los aceites esenciales de plantas de orégano cultivado en la localidad de Cohechan (3250 m.s.n.m), Cuemal (3021 m.s.n.m), La Jalca (2800 m.s.n.m) Taquia (2680 m.s.n.m). Sin embargo, este aporte no concuerda con los resultados obtenidos en la localidad

de Huancas y Levanto, por lo que se puede determinar de que además de la altitud existe influencia de factores agronómicos (pH, nutrientes del suelo como nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio), ya que este factor también influye de manera directa en el metabolismo primario de las plantas, y como de este depende el metabolismo secundario (Arango, 2008) en consecuencia este factor influye en la producción de metabolitos secundarios (Taiz & Zeiger, 2006; Hidalgo & Valera, 2002). Con respecto a esto, Bandoni (2000 citado en Tafurt *et al.*, 2005) y D'Antuono *et al.* (2000 citados por Tafurt *et al.*, 2005), indican que las variaciones en las condiciones agroecológicas inducen cambios morfológicos, histológicos y fisiológicos en la planta que inciden sobre la composición y el rendimiento de los aceites esenciales.

Milos *et al.* (2000 citado por Arcila *et al.*, 2004) determinó que en el aceite del orégano silvestre cultivado en hidroponía adicionando fósforo se han identificado 46 componentes, siendo los principales compuestos el carvacrol (29%-73%) y el p-cimeno (11%-42%); al mismo tiempo observó un incremento en el porcentaje de p-cimeno y un decremento de carvacrol cuando se comparó con el aceite esencial de plantas enriquecidas con nitrógeno. Lo cual complementaría la explicación anterior.

Además, los valores bajos de rendimiento de aceites esenciales en plantas de orégano cultivado en la localidad de Levanto (2400 m.s.n.m), se debe a que no está en su rango de altitudes requeridas; tal como lo determina el Sistema de Información Rural de Arequipa SIRA (2000) que confirman que el *Origanum vulgare* L. es una planta resistente a variadas altitudes y temperaturas; sin embargo, la mayor productividad en cuanto a aceites esenciales se logra en zonas con altitudes entre los 2,600 hasta los 3,400 m.s.n.m (SIRA, 2000; ITDG, 2008); además esto explica los

mayores rendimientos obtenidos en la Jalca y Taquia (2800 y 2680, respectivamente), ya que estas zonas se encuentran en el rango óptimo de altitudes.

Las diferencias en rendimiento se debe a que en todas las localidades a excepción de la localidad de Cuemal, no se toman en cuenta ciertos aspectos muy importantes en el cultivo, como por ejemplo; la orientación del terreno, lo cual es muy importante ya que de este va depender la abundancia de la insolación, tal es el caso de los terrenos orientados al Sur y no sombreados, son los que tienen abundante insolación (SDR, 2005). Sumado a ello en la mayoría de las localidades siembran el orégano mezclado con otras plantas de mayor tamaño y con bastante follaje, lo cual genera sombra a las plantas de orégano impidiendo tomar la radiación solar al orégano y también son plantas que compiten por los nutrientes, tal es el caso de Levanto; también se observó un caso similar en la localidad de Cohechan, que en los bordes de los terrenos donde se cultiva el orégano existe árboles coposos los que generan sombra, impidiendo de esta manera a las plantas tomar la radiación solar. Por lo que según Apsara (2008), sostiene que la elaboración de los aceites esenciales, dependen completamente de la radiación solar, su ausencia o carencia altera profundamente la composición y el rendimiento de la planta al producir el aceite esencial.

El rendimiento promedio de aceites esenciales de *Origanum vulgare* L. cultivado en las seis zonas de estudio fue de 1,32 %, lo cual si comparamos con los rendimientos obtenidos en otras investigaciones difiere considerablemente (0,6% según Tafurt *et al.*, 2005), lo cual se debe a las condiciones agroecológicas del cultivo, como los parámetros operacionales (como tiempo, temperatura de la extracción y cantidad de agua empleada, entre otros) del proceso de extracción son

las variables que también inciden sobre la composición y el rendimiento de los aceites esenciales.

El contenido en Carvacrol y Thymol varían significativamente en las plantas en base al metabolismo secundario, lo que significa que un metabolismo más activo puede asociarse con una mayor producción de aceites esenciales (Wilkins *et al.*, 1998 citado por Arcila *et al.*, 2004); lo cual explica el comportamiento de los aceites esenciales de plantas de orégano de las diferentes zonas de procedencia, en este estudio los aceites esenciales de plantas de orégano cultivado en las seis localidades de estudio fue en función a su rendimiento, es decir que a mayor rendimiento mejor acción conservante, para todas las características evaluadas como en análisis microbiológico, fisicoquímico (pH y acidez) y las características sensoriales (olor y color). Sin embargo, sólo los aceites esenciales de plantas de orégano cultivado en Taquia, Jalca y Cuemal presentaron una diferencia significativa con el control, por lo que en base a los criterios microbiológicos para la carne de cerdo de la International Commission on Microbiological Specification for Foods - I.C.M.S.F (citado por Malavé, 2006; Menchu, 2005); se podría determinar que los aceites esenciales de plantas de orégano cultivado en estas localidades a concentraciones de 500 ppm puede conservar la carne en óptimas condiciones aproximadamente hasta ocho días hasta llegar entre  $5 \times 10^5$  hasta  $5 \times 10^6$  UFC/g (Fig. 11).

Jay (1986, citado por Malavé, 2006) en una investigación determinó que la mayoría de los alimentos que posee un conteo de microorganismos aerobios inferior a  $10^5$  UFC/g tienen una calidad microbiana aceptable, y los que poseen un conteo entre  $10^5$  y  $10^6$  bacterias/g tienen algunos signos de sabor, olor y olor inaceptables, y según Pascual & Calderón (2000) sostienen que aquellos alimentos que tienen

conteos de microorganismos aerobios superiores a  $10^6$  -  $10^7$  bacterias/g suelen ser ya inicios de descomposición; lo cual concuerda con los resultados del análisis sensorial de la carne molida de cerdo (Tabla N° 06 y 07).

El pH inicial de la carne de cerdo fue de 6,09; lo cual es un valor muy alto según Eusse (2000), ya que esto ocurre cuando las reservas de glucógeno del músculo en los cerdos vivos se han agotado antes de la muerte, produciéndose poco ácido láctico que da como resultado un pH muscular final elevado ( $>6,0$ ), esto trae como consecuencia una vida media disminuida, ya que con el pH elevado sufre una putrefacción más rápida debido al acelerado crecimiento bacteriano. La causa del agotamiento del glucógeno se debe a problemas con la genética del cerdo; por ejemplo Eusse (2000) determina que este problema se presenta con mayor frecuencia en canales de animales mejorados para un mayor rendimiento o desarrollo muscular (Pietrain y Landrace belga), estas razas, entre muchas, presentan mayor frecuencia del gen recesivo conocido como "Gen del halotano", responsable de la sensibilidad al stress. Este aporte explica las causas del pH inicial elevado de la carne de cerdo, ya que la pieza de carne que se utilizó fue de un cerdo cruce de Landrace (LD) y Large-White (LW); también esto explica la variación de los niveles de pH y acidez en todas las muestras de carne molida de cerdo, ya que la variación fue proporcional al crecimiento microbiano en el transcurso de los días de almacenamiento, lo cual coincide con lo que expone Eusse (2000), que el pH tiende a elevarse debido al acelerado crecimiento bacteriano.

Los resultados de la Tabla N° 06 muestran que el olor de la carne de cerdo con aceites esenciales de plantas de orégano cultivadas en la Jalca, Taquia y Cuemal fueron aceptables durante 8 días, correspondiendo a una puntuación de 3 (pequeña

variación del olor), la cual se puede considerar como el límite de aceptación de acuerdo a Djenane *et al.* (2002 citados por Sánchez *et al.*, 2004). Estos resultados aparentemente concuerdan muy de cerca con el crecimiento microbiano y además la desviación de los olores se deben a la oxidación de grasas (Sánchez & Escalante *et al.*, 2002 citado por Sánchez *et al.*, 2004).

Los tratamientos con aceites esenciales de plantas de orégano cultivado en la Jalca, Taquia y Cuemal demoró marcadamente de cambiar el color; los jueces asignaron puntuaciones aproximadamente de 3 (pequeña variación del color) a estas porciones con 8 días de almacenamiento (Tabla N° 07). Un valor de 3 (pequeña variación del color) se puede considerar como el máximo límite admisible según Greene *et al.* (1971 citado por Sánchez *et al.*, 2004).

Sánchez *et al.* (2004) determinó que al añadir 500 ppm de extracto de orégano a porciones de carne molida de res empacadas bajo atmósferas modificadas y almacenadas a  $2 \pm 1$  °C, se extendió la vida de anaquel de las porciones de carne hasta más de 8 días, lo cual si comparamos los resultados obtenidos de la acción conservante en carne molida de cerdo del aceite esencial de plantas de orégano cultivado en la localidad de la Jalca, Taquia y Cuemal, que fue de aproximadamente entre 6 hasta 8 días; se puede determinar que la diferencia del tiempo de vida útil se debe a que en la investigación sólo evaluó la acción del aceite esencial mas no del tipo de envasado como es el caso de la investigación mencionada, es decir, que el envase utilizado en el experimento sólo cumplió la función de contener al producto mas no fue como una barrera para proteger a la carne de cualquier alteración. Por lo que se puede concluir que los aceites esenciales son antimicrobianos naturales que tienen el potencial de extender la vida útil de un producto cuando son usados solos,

pero que ese potencial aumenta considerablemente al aplicarse junto con otras técnicas de conservación como por ejemplo temperatura, actividad de agua, pH y condiciones atmosféricas.

Según Food Safety and Inspection Service - USDA (2008) sostiene que la vida útil de la carne fresca de cerdo refrigerada a 4,4 °C está entre tres a cinco días, lo cual si comparamos con los resultados obtenidos en la investigación, se observa que la vida útil de la carne molida de cerdo refrigerada a 2±1 °C sin tratamiento fue aproximadamente de tres días (hasta llegar a 10<sup>5</sup> UFC/g), lo que significa que el proceso de molido acortó la estructura de los filamentos de la carne, lo que ha conllevado una reducción del tiempo de vida útil, tanto desde el punto de vista de la calidad microbiológica como de la estabilidad del color. También esto es debido a las condiciones iniciales de la carne, principalmente al pH inicial (6,09), que según Eusse (2000) determina que el pH muscular final >6,0 es un valor elevado, lo cual genera como consecuencia una vida media disminuida, ya que con el pH elevado sufre una putrefacción más rápida debido al acelerado crecimiento bacteriano.

## V. CONCLUSIONES

- Las plantas de orégano cultivadas en las localidades de La Jalca (2800 m.s.n.m.), Taquia (2680 m.s.n.m.) y Cuemal (3021 m.s.n.m.) presentaron los mayores porcentajes de rendimiento de aceite esencial (1,94 %, 1,82 % y 1,5 %, respectivamente).
- La acción conservante del aceite esencial de orégano, mediante el análisis microbiológico, físico químico y sensorial de la carne molida de cerdo, se determinó que el aceite esencial de plantas de orégano cultivado en las localidades de Taquia, Jalca y Cuemal presentaron un mejor efecto conservante en la carne de cerdo; prolongando la vida útil aproximadamente hasta 8 días.
- La carne de cerdo con aceites esenciales de plantas de orégano de las localidades de Levanto, Cohechan y Huancas presentaron un comportamiento similar a la carne sin aceites esenciales (testigo), por lo que se puede afirmar que a concentraciones de 500 ppm de estos aceites esenciales no poseen una acción conservante en la carne de cerdo.
- El orégano cultivado en Taquia, Cuemal y la Jalca cumplen con las especificaciones de las normas ISO 7925:1999 para Orégano Seco y los estándares ASTA en EE.UU referente al contenido mínimo de aceites esenciales que es de 1,5 %.

- En cuanto a su actividad antimicrobiana del aceite esencial de orégano en carne molida de cerdo, se confirmó que posee un efecto antimicrobiano, donde los recuentos fueron de aproximadamente un ciclo logarítmico más bajo en las muestras tratadas con aceites esenciales, que en la muestra sin aceites esenciales.
- La vida de anaquel de la carne molida de cerdo tratada con aceites esenciales de plantas de orégano cultivado en Jalca, Taquia y Cuemal fue de ocho días aproximadamente (hasta llegar a  $5 \times 10^5$  UFC/g); lo que significa que estos aceites esenciales de orégano han prolongado la vida útil de la carne molida de cerdo en un 50 %.

## VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda evaluar la radiación ultravioleta a diferentes longitudes de onda y a diferentes tiempos de exposición a la radiación en cultivos *in Vitro* de orégano, con la finalidad de controlar el sustrato (pH y nutrientes), para que así solamente se tenga que evaluar el efecto de la radiación ya que con este se va evaluar prácticamente la altitud; porque la longitud de onda de la radiación solar y el foto periodo es la que cambia con la altitud.

Se recomienda realizar investigación en procesos de deodorización de aceites esenciales, ya que el aroma es una limitante para que el aceite esencial sea utilizado como conservante en cualquier tipo de alimento. Incluso el uso en carnes es limitado ya que sólo se puede utilizar para carnes marinadas y para productos cárnicos crudos adobados de cerdo ya que en este caso el aceite esencial se podría utilizar como aromatizante y como conservante, lo cual no sucede con todos los productos alimenticios.

Investigar en procesos de extracción de los aceites esenciales a nivel industrial, ya que estos tienen una diversidad de usos; como por ejemplo en la industria alimentaria se puede utilizar como conservante y aromatizante, y en la agricultura se puede utilizar para controlar plagas y microorganismos fitopatógenos. Lo cual impulsará a la agricultura ecológica.

En investigaciones similares se recomienda realizar pruebas microbiológicas más específicas que permitan identificar las bacterias alterantes del producto, ya que el

recuento de aerobios mesófilos no identifica microorganismos patógenos, los cuales son los responsables de las enfermedades transmitidas por los alimentos.

Realizar investigaciones en la caracterización fisicoquímica de los aceites esenciales para determinar la calidad del aceite esencial de manera cuantitativa, para lo cual se recomienda a los encargados de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial, adquirir un cromatógrafo de gases de alta resolución, para determinar la composición química de los aceites esenciales.

Estudiar el efecto de diferentes concentraciones de aceites esenciales de orégano cultivado en la Jalca, Taquia y Cuemal, en la conservación de carne de cerdo, ya que la capacidad antioxidante y antimicrobiano depende de la concentración añadida (Sanchez *et al.*, 2004).

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, L. (2003). Plantas Medicinales: Bases para su producción sostenible. Rev. Cubana Plant. Med. Vol. 1. Pág. 1-16.

Albado, E.; G. Saez & S. Gabriel. (2001). Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial del *Origanum vulgare* (orégano). Rev. Medica Herediana. Lima-Perú. Vol. 12. N° 1. Pág. 16-19.

Alderete, J. M. & A. Janín. Análisis de la Cadena de Orégano.

Disponible en:

[http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/especias/01\\_Cadenas/Oregano/Oregano.htm](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/especias/01_Cadenas/Oregano/Oregano.htm)

Accesado el: 15/06/08.

Andaluz, J. A. (2007). Orégano: Un tratamiento natural y efectivo contra muchas afecciones.

Disponible en:

<http://www.diariocorreio.com.ec/archivo/2007/05/10/oregano-un-tratamiento-natural-y-efectivo-contra-muchas-afecciones>.

Accesado el: 12/06/08

Anzaldúa, A. (2000). Evaluación de los alimentos en la teoría y la práctica. Edit. Acribia S.A. Zaragoza-España. Pág. 45-61.

Arango, G. J. (2008). Introducción al metabolismo secundario compuestos derivados del ácido shikimico. Universidad de Antioquia: Facultad de Química Farmacéutica. Medellín. pp.42.

Arcila, C. C.; G. Loarca, S. Lecona & E. González. (2004). El orégano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes. Rev. ALAN. Caracas – Venezuela. Vol. 54. N°. 1. Artículo N° 14.

Arenas, E. (2006). El Orégano: Una gran hierba aromática.

Disponible en:

<http://www.peruan-ita.org/personaggi/cuajone/oregano.htm>

Accesado el: 28/11/08

Arvy, M & F. Gallouin. (2006). Especies, aromatizantes y Condimentos. Edit. Mundi Prensa S.A. pp. 413. Madrid-España.

Apsara Vital. (2008). Laboratorio de Cosmética Apsara Vital: Aceites esenciales puros.

Disponible en:

<http://www.apsaravital.com/productos/aceites-esenciales-puros.php>

Accesado el: 18/22/08

Ayala, J. F., M. A. Villegas, C. L. del Toro, E. Álvarez, G. A. Gonzáles. (2008).  
Microencapsulated essential oils: A natural option to preserve fruit quality and  
freshness. México. Rev. Alfa Editores Técnicos. Universidad Autónoma de  
Ciudad Juárez-México. Vol. 30. N° 5.

Barreda, T. 2002. Cultivo de Orégano beneficia a miles de campesinos alto andinos.

Disponible en:

<http://www.elperuano.com.pe/edc/02/04/11/inf.htm>

Accesado el: 18/22/08

Busatta, C.; A. J. Mossil; M. R. Alves; R. L. Cansian & J. Vladimir. (2007).  
Evaluation of Origanum vulgare essential oil as antimicrobial agent in sausage.  
Braz.J.Microbiol.Dec 2007. Vol: 38. N° 4. Pág. 610-616. ISSN 1517-8382.

Campodónico, H. (2009). La economía de la Región Amazonas.

Disponible en:

<http://www.larepublica.pe/cristal-de-mira/08/06/2009/la-economia-de-la-region-amazonas>

Accesado el: 28/06/09

Castillo, J. (2005). Producción de orégano

Disponible en:

<http://www.prompex.gob.pe/Prompex/Portal/Profile/LearningProfile.aspx>

Accesado el: 18/20/08

Chaquilla, G.; V. Torres; M. L. Ballinas, María G.; S. Vázquez & G. V. Nevárez. (2007). Actividad antioxidante del aceite esencial de Orégano Mexicano (*Lippia berlandieri* Schauer) en sistemas alimenticios. Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Químicas. Rev. Salud Pública y Nutrición-RESPYN. México. Edición Especial N°. 1-2008.

Cueto, M. C. & C. R. Morales. (2007). Determinación del efecto Antifúngico del Aceite esencial y diferentes extractos de Orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) sobre el desarrollo de *Fusarium oxysporum* aislado de plantas de tomate. Facultad de Ciencias Biológicas. UANL. Rev. Salud Pública y Nutrición-RESPYN. México. Edición Especial N°. 1-2008.

Cuevas Trade S.A. (2006). Aceite de orégano.

Disponible en: <http://www.fuente natura.com>

Accesado el: 12/06/08

Di Fabio, A. (2002). El cultivo y su efecto sobre la calidad en orégano.

Disponible en:

<http://www.caempa.com.ar/Seminarios/Cartilla%20oregano.htm>.

Accesado el: 15/06/08.

Eusse, J. S. (2000). Expoferia porcina: Carne de cerdo. Asociación Americana de Soya. Medellín, Colombia.

Disponible en: <http://www.sian.info.ve/porcinos/eventos/expoferia/index.htm>

Accesado el: 18/11/08

Furselli, S. R.; S. B. García de la Rosa; L. B. Gende; M. J. Eguaras & R. Fritz. (2006). Inhibición de *Paenibacillus larvae* empleando una mezcla de aceites esenciales y timol. Rev. Argentina de Microbiología. Buenos Aires- Argentina. Vol. 38. N° 02. Pág. 89-92. ISSN 0325-7541.

González, M. P.; M. Quintos M.& C. González. (2007). Artrópodos asociados al orégano *Lippia graveolens* H.B.K. en el estado de Durango. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional- Instituto Politécnico Nacional, Unidad Durango (CIIDIR-IPN, U-DGO). Rev. Salud Pública y Nutrición-RESPYN. México. Ed. Especial N°. 1-2008.

Guerrero, I. & M. R. Arteaga. (1990). Tecnologías de carnes; Procedimientos de determinación de pH y acidez. Edit. Trillas, S.A. España. Pág. 17-21. ISBN968-24-3953-1.

Hernández, M; R. Silva; A. Catonga & G. Morales. (2007). Aplicación de aceite esencial de orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) en carne de cerdo para su conservación. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Dpto. de Nutrición y Alimentos. Rev. Salud Pública y Nutrición-RESPYN. México. Edición Especial N°. 1-2008.

Hernández, L.; G. Vilarem; Z. Mouloungui & M. González. (2007). Utilización de ésteres etílicos de ácidos grasos como co-solventes en la extracción del aceite esencial de *Origanum vulgare* L. Universidad Autónoma de Chihuahua. Rev. Salud Pública y Nutrición-RESPYN. México. Edición Especial No. 1-2008.

Hidalgo, L. & P. Valera. (2002). Influencia del Fotoperíodo sobre la Floración y fructificación del *Hypericum* (*Hypericum sp*), a campo abierto.

Disponible en:

[http://frn.esPOCH.edu.ec/centros/cipren/t\\_agro/PEDRO%20VARELA.doc](http://frn.esPOCH.edu.ec/centros/cipren/t_agro/PEDRO%20VARELA.doc)

Accesado el: 28/12/08

Hurtado, J. (2007). Exportaciones de Orégano.

Disponible en:

<http://exportacionesdelperu.blogspot.com/2007/08/exportaciones-de-organo.html>

Accesado el: 08/01/09

INEI. (2005). Banco de información distrital.

Disponible en: <http://www.inei.gob.pe/>

Accesado: 20/11/08

INIA. (2009). Instalación y manejo tecnificado en el cultivo de orégano. Nota de prensa 355-2009-INIA-PW.

Disponible en: <http://www.inia.gob.pe/notas/nota0470/>

Accesado el: 27/11/08

ITDG. (2008). Ficha Técnica 7: Cultivo del orégano

Disponible en:

<http://www.itdg.org.pe/fichastecnicas/pdf/FichaTecnica7-Cultivo%20del%20oregano.pdf>

Accesado el: 27/11/08

Juntos. (2007). Programa Juntos. Región Amazonas: Pobreza.

Disponible en:

<http://www.juntos.gob.pe/o-regionales.php?Reg=13>

Accesado el: 15/06/08.

Leite, E.; T. L. Montenegro & E. Lima. (2006). Sensitivity of spoiling and photogen food-related bacteria to *Origanum vulgare* L. (Lamiaceae) essential oil. *Diario Brasileño de Microbiología*. Brazil. Vol.37. N° 4. Pág. 527-532. ISSN 1517-8382.

León, S.; L. Arenas y Z. Vitoria. 1997. Efecto de la exposición solar de las plantas donantes en la iniciación del cultivo *in vitro* de guayabo (*Psidium guajava* L.). *Rev. de la Facultad de Agronomía-Universidad del Zulia*. Maracaibo-Venezuela. Vol. 14. N° 01. Pág. 47-53.

Lock, O. (1994). *Investigación Fitoquímica: Métodos en el estudio de productos naturales*. Edic. 2da . Edit. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima – Perú. Pág. 23-24. ISBN 84-8390-952-9.

Lombera, M. (2006). *Aceite de orégano, promesa exportadora*.

Disponible en:

<http://www.eluniversal.com.mx>

Accesado el: 28/11/08

Malavé, A. M. (2006). Determinación del largo de vida útil de masitas de cerdo marinadas y empacadas al vacío. Tesis sometida en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de Maestro en Ciencias y Tecnología de Alimentos. Universidad del Puerto Rico-Mayaguez.

Disponible en:

<http://grad.uprm.edu/tesis/malaveleon.pdf>

Accesado el: 18/22/08

Menchu, C. R. (2005). Determinación de vida de Anaquel de Carne Fresca de Cerdo Empacada en Atmósfera modificada. Tesis para optar al título de Nutricionista Universidad de San Carlos de Guatemala-Facultad de Ciencias Químicas Y Farmacia.

Disponible en:

<http://www.usac.edu.gt/investigacion/iqb/n6.doc>

Accesado el: 10/22/08

Montgomery, D. C. (1988). Diseño y Análisis de experimentos. Edit. Ibero América. México.

Muñoz, D; H. Vogel & I. Razmilic. (2004). Variación de compuestos químicos en hojas de poblaciones de *Drimys* spp. (Magnoliophyta: Winteraceae) en Chile.

Rev. Chilena de Historia Natural. Lugar de Publicación: Chile. Vol.77. N°.1.  
Pág. 43-50. ISSN 0716-078X.

Pascual, M. R. & V. Calderón. (2000). Microbiología Alimentaria: Metodología Analítica para Alimentos y Bebidas. Ed. 2<sup>da</sup>. Edit. Diaz de Santos, S.A. Madrid-España. Pág. 225. ISBN: 84-7978-424-5.

Pérez, G.; M. C. González & Ag. Mere. (2007). Repelencia y letalidad con aceite de orégano (*Lippia graveolens* H. B. K. VAR. *Berlandierii*) en *Varroa destructor*. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR). Rev. Salud Pública y Nutrición-RESPYN. México. Edición Especial N°. 1-2008.

Portillo, M. C.; S. Viramontes; M. G. Gastélum; L. N. Muñoz; J. V. Torres & G. V. Nevárez. (2007). Actividad inhibitoria de orégano mexicano sobre hongos contaminantes de alimentos. Facultad de C. Químicas. Universidad Autónoma de Chihuahua. Rev. Salud Pública y Nutrición-RESPYN. México. Edición Especial N°. 1-2008.

PROMPERU. (2007). Reporte Comercial de Productos Orgánicos. Orégano Orgánico del Perú.

Disponible en:

<http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/sectoresproductivos/97c77156-e947-4000-8744-f4ef5317e61c.pdf>

Accesado el: 08/01/09

PURAC. 2003. FOCUS: Productos cárnicos frescos, PURASAL alarga la vida útil.  
Netherlands. Pág. 1-4

Disponible en:

<http://www.purac.com>

Accesado el: 15/06/08

Repsol. (2000). La creación del tiempo, El Sol, La radiación.

Disponible en:

<http://www.repsol.com/SE/EITiempo/meteorologia/lacreaciondeltiempo/laradiacion.aspx>

Accesado el: 18/22/08

Rodríguez, F; J. Hernández; G. Moreno; M. Hernández; C. Jiménez; T. Lasso; G. González; J. M. Flores; R. C. Mena; J. D. Olivo & G. E. Vazquez. (2005). Efecto de la utilización del orégano (*Oreganum vulgare*) como promotor del crecimiento en pollo de engorda. Rev. Avances en la Investigación Científica en el CUCBA. Pág. 681-684. ISBN: 970-27-0770-6.

Rojas, M. A.; G. Montes; R. Silva & B. Díaz. (2007). Respuesta al balance hormonal en segmentos nodales de orégano (*Lippia berlandieri* Schauer). Rev. Salud Pública y Nutrición-RESPYN. México. Edición Especial N°. 1-2008.

Sánchez, A.; G. Torrescano; D. Djenane & P. Roncalés. (2004). Mundo Lácteo y Cárnico. Efecto combinado del empacado en atmósferas modificadas y la adición de pulpa de jitomate rica en licopeno, orégano, ácido ascórbico y sus mezclas en la conservación de porciones de carne molida.

Disponible en:

[http://www.alimentariaonline.com/apadmin/img/upload/MLC003\\_efectoEA MyJitomateWSF.pdf](http://www.alimentariaonline.com/apadmin/img/upload/MLC003_efectoEA MyJitomateWSF.pdf)

Accesado el: 14/06/08

SDR. (2005). Secretaria de Desarrollo Rural Puebla 2005-2011; cultivo de plantas medicinales (parcelas demostrativas). Pág. 1-32.

Disponible en:

<http://www.puebla.gob.mx/docs//gobiernocampo/202250.pdf>

Accesado el: 28/11/08.

Silva, R. & G. Morales. (2007). Ensayo de la calidad del aceite esencial de orégano en el estado de chihuahua. Universidad Autónoma de Nuevo León. Revista de

la Facultad de Salud Pública y Nutrición - RESPYN Edición Especial. México.  
Nº. 1-2008.

SIRA. (2000). El Orégano: Convenio SADA-GTZ

Disponible en:

<http://www.sira-arequipa.org.pe/principal/inftecnica/manuales/oregano.pdf>

Accesado el: 25/11/08.

Siura, S., R. Ugás & H. Carazas. (2008). Programa de Horticultura-Universidad  
Nacional Agraria La Molina.

Disponible en:

<http://www.samconet.com/default.asp>

Accesado: 20/11/08

Sosa, R. A.; García, M.; Meneses, M. C.; Navarro, A. R. & Dávila, R. M. (2007).  
Efecto del orégano (*Lippia berlandieri* var. Scanner) originario del estado de  
puebla en el desarrollo de Antracnosis. Universidad Autónoma de Puebla,  
Facultad de Ciencias Químicas, Departamento de Bioquímica-Alimentos. Rev.  
Salud Pública y Nutrición-RESPYN. México. Edición Especial Nº. 1-2008

Tafurt G., J. R. Martínez y E. E. Stashenko. 2005. Evaluación de la actividad antioxidante de aceites esenciales en emulsiones degradadas por radiación ultravioleta. Rev. Colombiana de química. VOLUMEN 34, Nº 1. Pág. 43-55.

Tannoni, R. (2004). Gacetilla Informativa del Sector Agroalimentario; tema: Aromáticas, Orégano. Argentina.

Disponible en:

[http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/programas/dma/Newsletters/nro1/nro1\\_oregano.php](http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/programas/dma/Newsletters/nro1/nro1_oregano.php)

Accesado el: 28/11/08

Taiz, L. & E. Zeiger. 2006. Fisiología Vegetal. Colección de ciencias experimentales. Vol. 1. Universitat Jaume-I. ISBN: 9788480216012.pp.1160.

Tovar, O. (2000). Plantas Medicinales del Valle del Mantaro. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-CONCYTEC. Universidad de San Marcos. Lima-Perú. Pág. 80-81.

Thatcher, F.S. & D. S. Clark. (1975). Análisis Microbiológico de los Alimentos. Edit. Acribia, España. Pág. 271.

Troncoso, N. (2005). Proyecto FDI AT-11 Orégano y Romero, “Introducción de Nuevas Tecnologías y Screening de material Genético para Mejorar la Competitividad y Aumentar La Oferta Exportable de Orégano y Romero”

Disponible en:

[http://www.xn--agrogestin-obb.cl/images\\_agro/PRIVADO8/Avance05.pdf](http://www.xn--agrogestin-obb.cl/images_agro/PRIVADO8/Avance05.pdf)

Accesado el: 15/06/08

USDA. (2008). Inocuidad de la Carne de Cerdo: Desde el Criadero hasta la mesa del consumidor.

Disponible en:

[http://www.fsis.usda.gov/En\\_espanol/Inocuidad\\_de\\_la\\_Carne\\_de\\_Cerdo/index.asp](http://www.fsis.usda.gov/En_espanol/Inocuidad_de_la_Carne_de_Cerdo/index.asp)

Accesado el: 10/22/08

Valderrama, G. (2005). Provincias de Amazonas: Mapa de la provincia de Chachapoyas y Luya.

Disponible en:

<http://www.perutoptours.com/index01amluymapa.html>

Accesado el: 10/22/08

Vásquez, O.; A. Alva & J. Marreros. (2001). Extracción y caracterización del aceite esencial de Jengibre (*Zingiber officinale*). Revista Amazónica de Investigación Alimentaria. Lugar de publicación: UNAP, Iquitos-Perú. Vol. 1. N° 1. Pág. 38 – 42.

Wageningen University. (2008). Orégano (*Origanum vulgare*).

Disponible en: [http:// www.food-info.net/es/products/spices/oregano.htm](http://www.food-info.net/es/products/spices/oregano.htm).

Accesado el: 19/06/08

Yagüe, M. Benito & F. Pizarro. (2008). TEMA 5. El agua, el suelo y la planta.

Disponible en:

<http://www.inea.uva.es/web/materiales/web/riego/temas/tema5/tema5.htm>

Accesado: 25/09/08.

Zona Franca de Tacna- ZOFRATACNA. (2008). Oferta Exportable: El orégano (*Origanum vulgare* L).

Disponible en:

[http://www.zofratakna.com.pe/spa/4\\_oferta.htm](http://www.zofratakna.com.pe/spa/4_oferta.htm)

Accesado el: 15/09/08

## **VIII. ANEXOS**

## Anexo N° 01

### Manejo del Cultivo de orégano en las áreas de cultivo de las seis zonas de estudio

#### 1) JALCA

Altura de planta: 35 cm

Manejo de cultivo: Sembrado en pequeñas parcelas ubicadas en terrenos con orientación al sur oeste, mezclado con otras especias como manzanilla y cebolla, tal como se observa en la Fig. 16, abonado con residuos orgánicos frescos.

Pendiente: 25 %

Color del suelo: Marrón

Textura del suelo: Arenoso



Fig. 16. Cultivo de Orégano en la localidad de La Jalca.

## 2) TAQUIA

Altura de planta: 29 cm

Manejo de cultivo: Sembrado en pequeñas parcelas ubicadas en terrenos con orientación al este y con pendiente pronunciada (Fig. 17), se siembra como único cultivo y no fue abonado con ningún tipo de abono.

Pendiente: 35 % (Fig. 10).

Color del suelo: Amarillento

Textura del suelo: Arcilloso



Fig. 17. Cultivo de Orégano en la localidad de Taquia.

### 3) COHECHAN

Altura de planta: 29 cm.

Manejo de cultivo: Sembrado en pequeñas parcelas ubicadas en terrenos con orientación al este, con sombra por presencia de árboles coposos en los bordes del terreno, cultivo mezclado con otras plantas que generan sombra al orégano (Fig. 18 y 19), y abonado con residuos orgánicos.

Pendiente: 18 %

Color del suelo: Negro oscuro

Textura del suelo: Franco arcilloso.



Fig. 18. Cultivo de Orégano en la localidad de Cohechan.

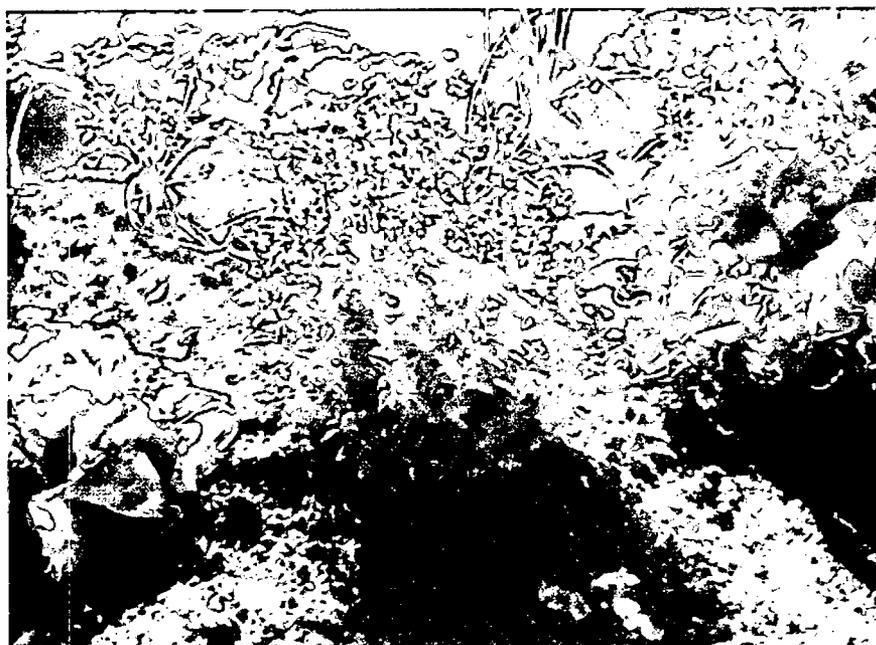


Fig. 19. Plantas de Orégano cultivado en la localidad de Cohechan.

#### 4) HUANCAS

Altura de planta: 17 cm

Manejo de cultivo: Sembrado en pequeñas parcelas ubicadas en terrenos con orientación al sur (Fig. 20), cultivo mezclado con otras especias (menta), flores (gladiolos) y verduras (repollo) y no fue abonado con ningún tipo de abono.

Pendiente: 2 %

Color del suelo: Gris

Textura del suelo: Limoso.

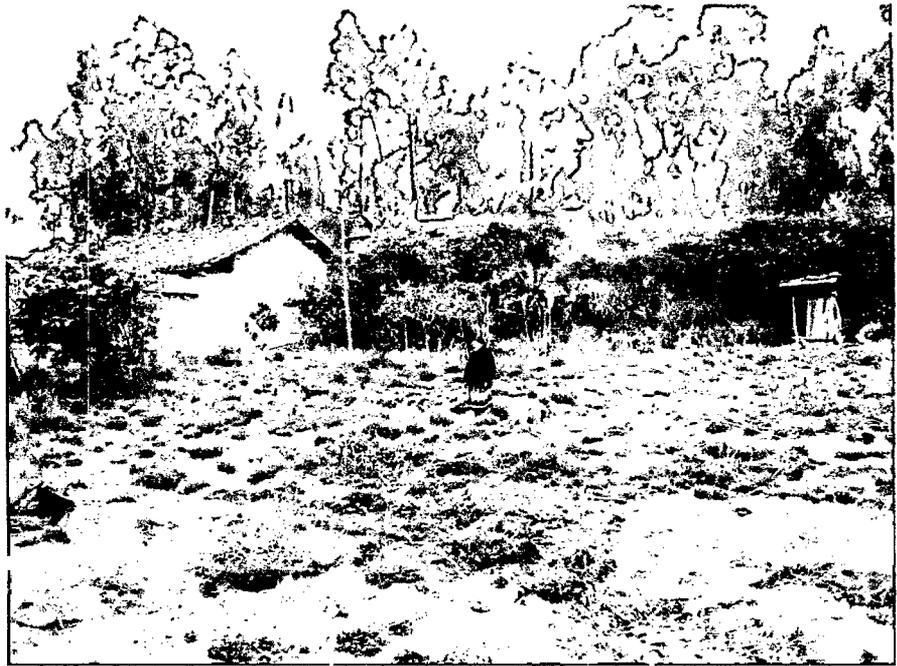


Fig. 20. Cultivo de orégano en la localidad de Huancas.

#### 5) CUEMAL

Altura de planta: 35 cm (Fig. 21).

Manejo de cultivo: Sembrado en parcelas de 12 m<sup>2</sup> de área, de 1.5 m de ancho y 8 m de largo, con una distancia entre plantas de 35 cm y entre surcos 60cm; con un total de 108 plantas por surco; ubicadas en terrenos con orientación al sur; se siembra como único cultivo y fue abonado con abonos orgánicos (Fig. 22).

Pendiente: 16 %

Color del suelo: Negro

Textura del suelo: Franco arcilloso

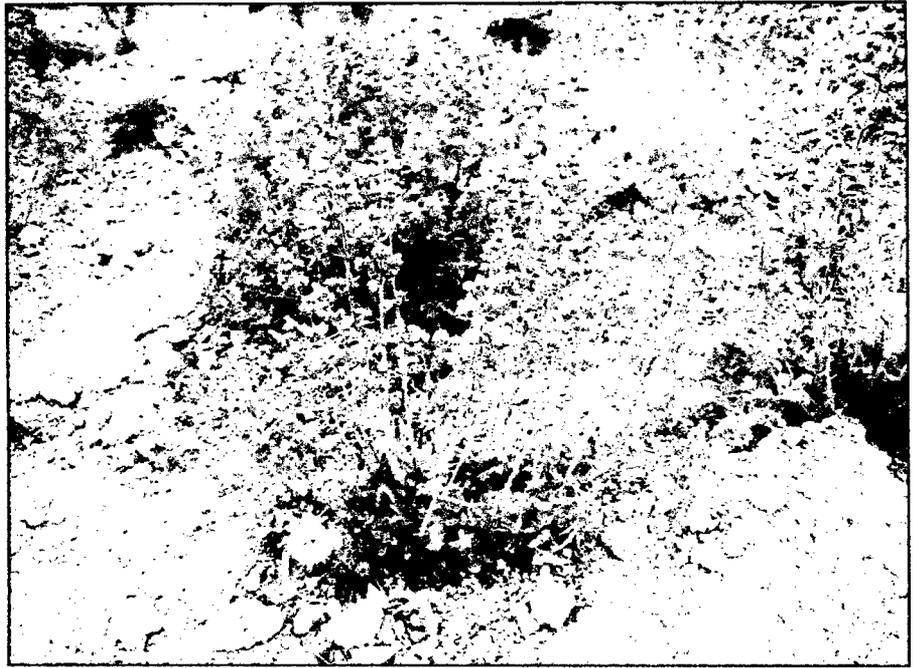


Fig. 21. Plantas de orégano en floración, cultivadas en Cuemal.



Fig. 22. Cultivo de Orégano en surcos, en la localidad de Cuemal.

## 6) LEVANTO

Altura de planta: 19 cm

Manejo de cultivo: Sembrado en pequeñas parcelas mezclado con otras especias (manzanilla, cebolla criolla, entre otros), flores y verduras (coles), los cuales generaron sombra a las plantas de orégano, parcelas ubicadas en terrenos con orientación al este, el cultivo no fue abonado con ningún tipo de abono.

Pendiente: 40 %

Color del suelo: Gris

Textura del suelo: Arcilloso.

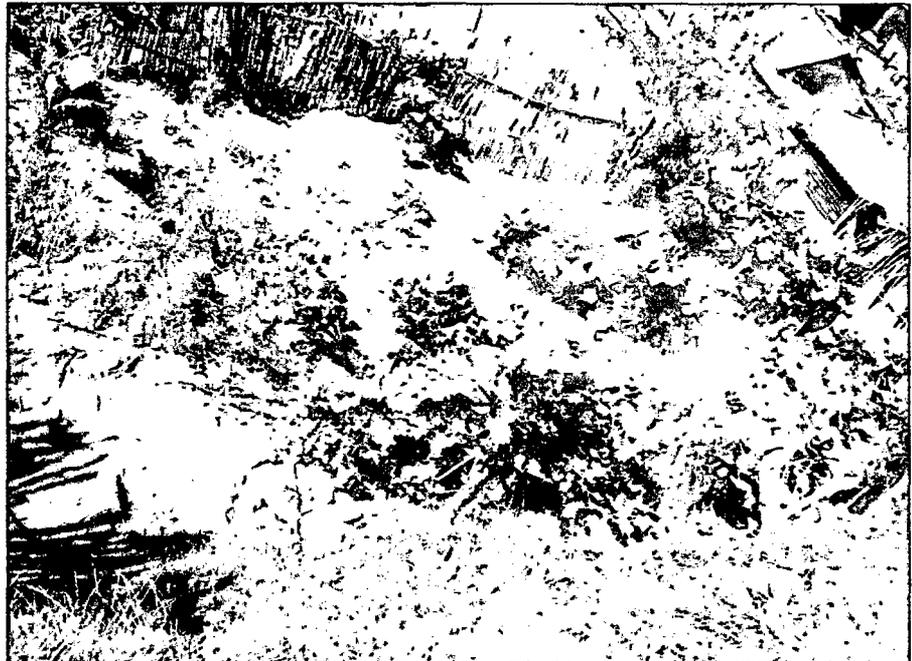


Fig. 23. Área de cultivo con pendiente pronunciada de la localidad de Levanto.

Fotografías de la extracción de los aceites esenciales del orégano.



Fig. 24. Determinación de la humedad del orégano seco, en un Analizador de Humedad ADAN EQUIPMEN AMB50.



Fig. 25. Destilación de los aceites esenciales del orégano con arrastre de vapor de agua.

Fotografías del análisis microbiológico de la carne molida de cerdo.



Fig. 26. Acondicionamiento de la carne de cerdo (lomo).



Fig. 27. Siembra de bacterias aerobios mesófilos.

**Fotografías del análisis sensorial de la carne molida de cerdo.**



Fig. 28. Familiarización de los Jueces con la variación de los colores y olores de la carne molida de cerdo de diferentes tiempos de almacenamiento, durante el entrenamiento.

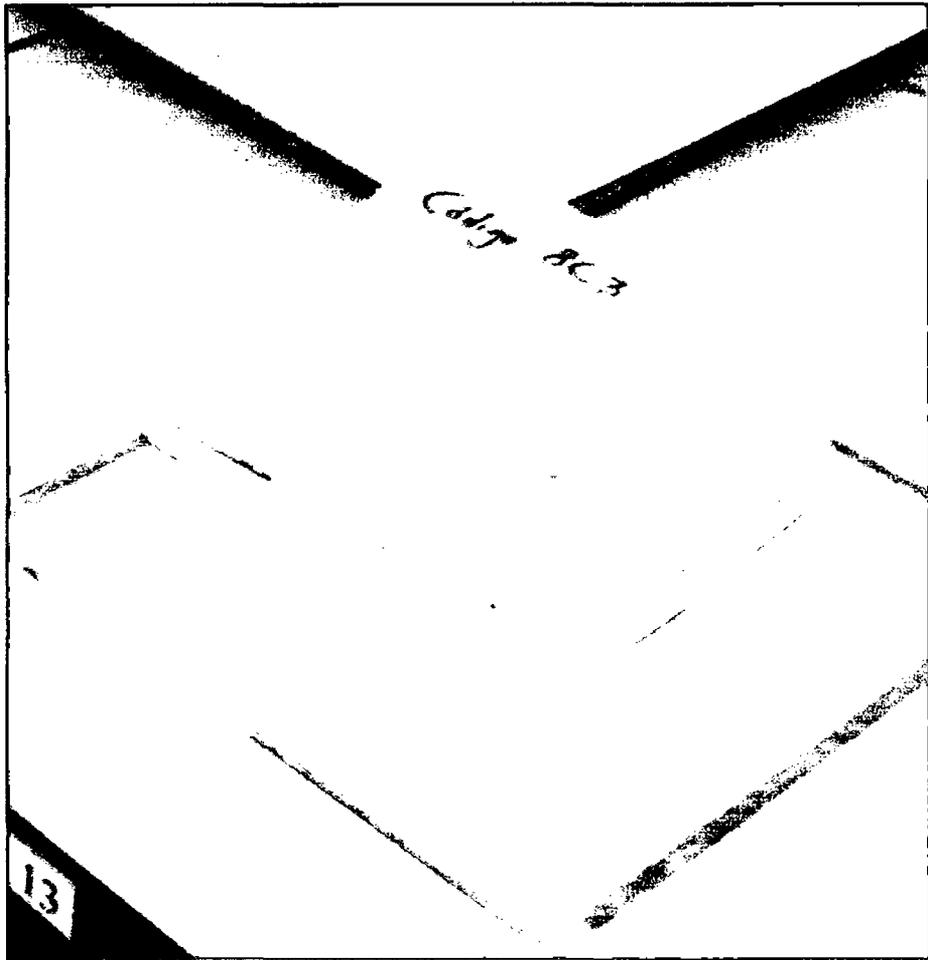


Fig. 29. Presentación de las muestras de carne molida de cerdo para la evaluación sensorial.



Fig. 30. Evaluación sensorial de las porciones de carne molida de cerdo.

Anexo N° 05

Fichas de análisis sensorial

TEST DE ANÁLISIS SENSORIAL (1)

NOMBRES Y APELLIDOS: .....  
FECHA :.....  
MUESTRA EVALUADA : Carne picada de cerdo

A continuación te presentamos 7 muestras con diferentes tratamientos, por favor evalúe el color de la muestra e indique el puntaje correspondiente, de acuerdo a la siguiente escala.

% DE COLOR INADECUADO	PUNTAJE
0%	1
1-10 %	2
11- 20 %	3
21-60 %	4
61 - 100 %	5

Nota:

Para determinar el porcentaje de color inadecuado, se te proporcionará una escala de color de carne picada de cerdo; las cuales te permitirán definir que puntaje le corresponde a cada muestra.

MUESTRA	PUNTAJE
8C3	
4B5	
7F2	
3A4	
9Y1	
2D6	
6E9	

Observación:.....  
.....  
.....

## TEST DE ANÁLISIS SENSORIAL (2)

**NOMBRES Y APELLIDOS:** .....  
**FECHA** : .....  
**MUESTRA EVALUADA** : Carne picada de cerdo

A continuación te presentamos 7 muestras con diferentes tratamientos, por favor evalúe la variación del olor de la muestra en base a una muestra control que se te proporcionará en el momento de la evaluación, e indique el puntaje correspondiente, de acuerdo a la siguiente escala.

VARIACIÓN DE OLOR	PUNTAJE
NINGUNA	1
LIGERA	2
PEQUEÑA	3
MODERADA	4
EXTREMA	5

MUESTRA	PUNTAJE
8C3	
4B5	
7F2	
3A4	
9Y1	
2D6	
6E9	

**Observación:**.....  
.....  
.....  
.....

Escala de colores de carne de cerdo.

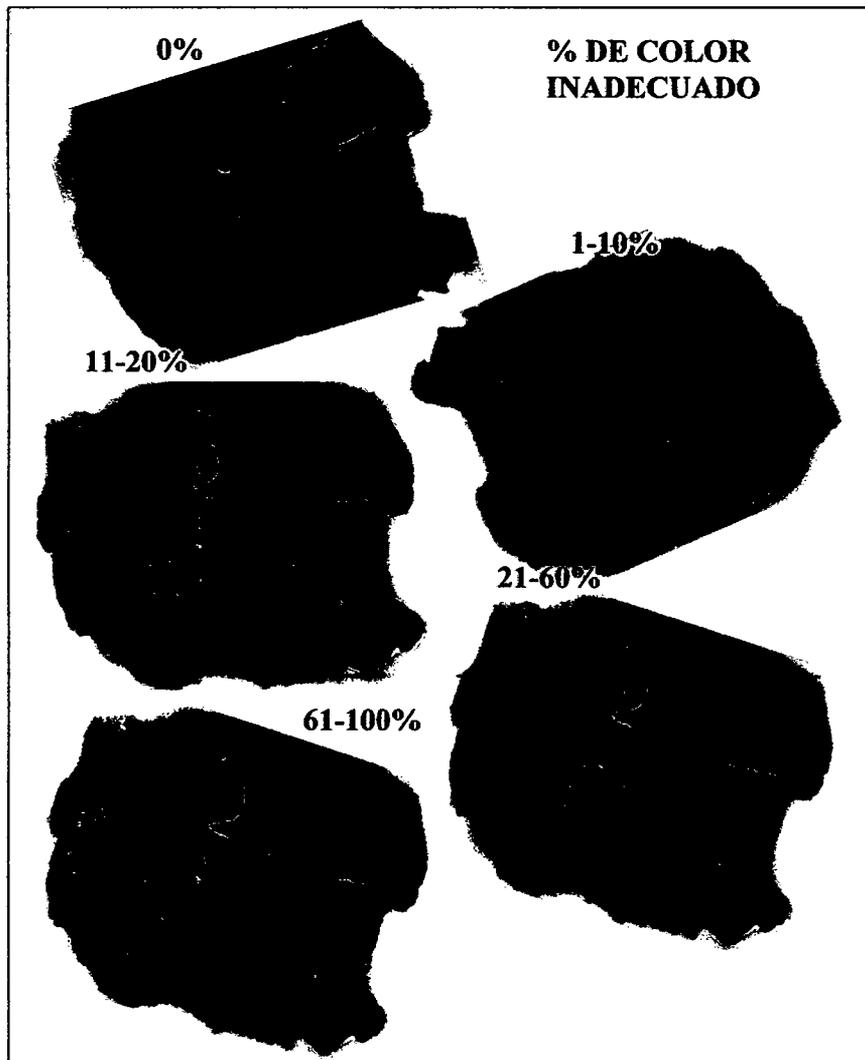


Fig. 31. Escala de colores de la carne de cerdo para el análisis sensorial.

Anexo N° 07

Análisis de varianza y comparaciones múltiples de los resultados.

**Tabla N° 08. Rendimiento de aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas.**

F de V.	GL	SC	CM	FC	FT (0.95)	FT (0.99)	Sig.
<b>Tratamientos</b>	5	4,08	0,816976056	81,6	3,11	5,06	**
<b>Error</b>	12	0,120	0,010007722				
<b>Total</b>	17						
û = 1.32, CV: 8 %							

**Tabla N° 09. Prueba de significación de Tukey (0.05) del rendimiento de aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas.**

O.M.	LOCALIDAD	RENDIMIENTO DE ACEITES ESNCIALES	SIGNIFICACIÓN
1	La Jalca	1,94	a
2	Taquia	1,82	a
3	Cuemal	1,54	b
4	Huancas	1,03	c
5	Cohechan	0,97	c
6	Levanto	0,63	d
ALS (T)=0,27			

**Tabla N° 10. Recuento de bacterias mesófilos aerobios (UFC/g) en porciones de carne molida de cerdo.**

F de V	GL	SC	CM	FC	FT (0.95)	Sig.
<b>A</b>	6	6,76771E+15	1,12795E+15	558,439146	1,8	*
<b>B</b>	3	3,81348E+16	1,27116E+16	6293,39996		
<b>AB</b>	18	1,63196E+16	9,06644E+14	448,871453		
<b>Error experimental</b>	56	1,1311E+14	2,01983E+12			
<b>Total</b>	83	6,13352E+16	7,38978E+14			
û = 1,4E+07, CV = 11%						

**Tabla N° 11. Variación del pH de las porciones de carne molida de cerdo.**

F de V	GL	SC	CM	FC	FT (0.95)	Sig.
A	6	1,6717	0,2786	2786,1111	1,8	*
B	3	-274,4860	-91,4953	-914953,4920		
AB	18	291,3684	16,1871	161871,3598		
Error experimental	56	0,0056	0,0001			
Total	83	18,5597	0,2236			
$\hat{u} = 6.6, CV = 0,2 \%$						

**Tabla N° 12. Variación del % de ácido láctico en las porciones de carne molida de cerdo.**

F de V	GL	SC	CM	FC	FT (0.95)	Sig.
A	6	0,00584	0,000973	311,92	1,8	*
B	3	0,01977	0,006589	2112,47		
AB	18	0,07934	0,004408	1413,11		
Error experimental	56	0,00017	0,000003			
Total	83	0,10511	0,001266			
$\hat{u} = 0,083, CV = 2\%$						

**Tabla N° 13. Puntuaciones sensoriales de la desviación del olor de porciones de carne molida de cerdo en el día 0 de almacenamiento.**

F de V	GL	SC	CM	FC	FT (0.95)	Sig.
Tratamientos	6	0	0	0	2.38	n.s.
Bloques	6	0	0			
Error experimental	36	0	0			
Total	48	0	0			
$\hat{u} = 1, CV = 0 \%$						

**Tabla N° 14. Puntuaciones sensoriales de la desviación del olor de porciones de carne molida de cerdo en el día 4 de almacenamiento.**

F de V	GL	SC	CM	FC	FT (0.95)	Sig.
<b>Tratamientos</b>	6	18,20	3,03	50.05	2.38	*
<b>Bloques</b>	6	0,49	0,08			
<b>Error experimental</b>	36	2,02	0,06			
<b>Total</b>	48	20,78	0,43			

$\hat{u} = 1.67, CV = 14.4\%$

**Tabla N° 15. Prueba de significación de Tukey (0.05) de las puntuaciones sensoriales de la desviación del olor de porciones de carne molida de cerdo tratadas con aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas, en el día 4 de almacenamiento.**

O.M.	Porciones de carne molida tratadas con aceites esenciales de:	Puntuaciones sensoriales de la desviación del olor de la carne molida.	Significación
1	La Jalca	1	a
2	Taquia	1	a
3	Cuemal	1	a
4	Cohechan	2	b
5	Levanto	2	b
6	Huancas	2.1	b
7	Control*	2.6	c

\*Sin aceites esenciales. ALS (T)=0,4

**Tabla N° 16. Puntuaciones sensoriales de la desviación del olor de porciones de carne molida de cerdo en el día 8 de almacenamiento.**

F de V	GL	SC	CM	FC	FT (0.95)	Sig.
<b>Tratamientos</b>	6	27,39	4,565	22,00	2.38	*
<b>Bloques</b>	6	2,24	0,374			
<b>Error experimental</b>	36	7,47	0,207			
<b>Total</b>	48	37,10	0,773			

$\hat{u} = 3.35, CV = 13.6\%$

**Tabla N° 17. Prueba de significación de Tukey (0.05) de las puntuaciones sensoriales de la desviación del olor de porciones de carne molida de cerdo tratadas con aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas, en el día 8 de almacenamiento.**

O.M.	Porciones de carne molida tratadas con aceites esenciales de:	Puntuaciones sensoriales de la desviación del olor de la carne molida.	Significación
1	La Jalca	2.4	a
2	Taquia	2.4	a
3	Cuemal	2.7	a
4	Cohechan	3.6	b
5	Levanto	3.9	b
6	Huancas	4.1	b
7	Control*	4.3	b
*Sin aceites esenciales.		ALS (T)=0,76	

**Tabla N° 18. Puntuaciones sensoriales de la desviación del olor de porciones de carne molida de cerdo en el día 12 de almacenamiento.**

F de V	GL	SC	CM	FC	FT (0.95)	Sig.
<b>Tratamientos</b>	6	8,12	1,354	14,74	2.38	*
<b>Bloques</b>	6	0,41	0,068			
<b>Error experimental</b>	36	3,31	0,092			
<b>Total</b>	48	11,84	0,247			
û =4.59, CV =6.6%						

**Tabla N° 19. Prueba de significación de Tukey (0.05) de las puntuaciones sensoriales de la desviación del olor de porciones de carne molida de cerdo tratadas con aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas, en el día 12 de almacenamiento.**

O.M.	Porciones de carne molida tratadas con aceites esenciales de:	Puntuaciones sensoriales de la desviación del olor de la carne molida.	Significación
1	Taquia	4	a
2	La Jalca	4.1	a
3	Cuemal	4.3	a
4	Levanto	4.7	b
5	Cohechan	5	b
6	Huancas	5	b
7	Control*	5	b
*Sin aceites esenciales.		ALS (T)=0,5	

**Tabla N° 20. Puntuaciones sensoriales del color de porciones de carne molida de cerdo en el día 0 de almacenamiento.**

F de V	GL	SC	CM	FC	FT (0.95)	Sig.
<b>Tratamientos</b>	6	0	0	0	2.38	n.s.
<b>Bloques</b>	6	0	0			
<b>Error experimental</b>	36	0	0			
<b>Total</b>	48	0	0			
$\hat{u} = 1, CV = 0 \%$						

**Tabla N° 21. Puntuaciones sensoriales del color de porciones de carne molida de cerdo en el día 4 de almacenamiento.**

F de V	GL	SC	CM	FC	FT (0.95)	Sig.
<b>Tratamientos</b>	6	20,98	3,497	35,05	2.38	*
<b>Bloques</b>	6	0,98	0,163			
<b>Error experimental</b>	36	3,59	0,100			
<b>Total</b>	48	25,55	0,532			
$\hat{u} = 1,73, CV = 18.2 \%$						

**Tabla N° 22. Prueba de significación de Tukey (0.05) de las puntuaciones sensoriales del color de porciones de carne molida de cerdo tratadas con aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas, en el día 4 de almacenamiento.**

O.M.	Porciones de carne molida tratadas con aceites esenciales de:	Puntuaciones sensoriales de la desviación del olor de la carne molida.	Significación
1	Taquia	1	a
2	La Jalca	1	a
3	Cuemal	1	a
4	Levanto	2	b
5	Cohechan	2.3	b
6	Huancas	2.3	b
7	Control*	2.6	c
*Sin aceites esenciales.		ALS (T)=0,53	

**Tabla N° 23. Puntuaciones sensoriales del color de porciones de carne molida de cerdo en el día 8 de almacenamiento.**

F de V	GL	SC	CM	FC	FT (0.95)	Sig.
<b>Tratamientos</b>	6	24,82	4,136	19,93	2.38	*
<b>Bloques</b>	6	1,10	0,184			
<b>Error experimental</b>	36	7,47	0,207			
<b>Total</b>	48	33,39	0,696			
û =3.37, CV =13.5 %						

**Tabla N° 24. Prueba de significación de Tukey (0.05) de las puntuaciones sensoriales del color de porciones de carne molida de cerdo tratadas con aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas, en el día 8 de almacenamiento.**

O.M.	Porciones de carne molida tratadas con aceites esenciales de:	Puntuaciones sensoriales de la desviación del olor de la carne molida.	Significación
1	Taquia	2.4	a
2	La Jalca	2.6	a
3	Cuemal	2.7	a
4	Levanto	3.7	b
5	Huancas	3.9	b
6	Cohechan	4	b
7	Control*	4.3	b
*Sin aceites esenciales.		ALS (T)=0,76	

**Tabla N° 25. Puntuaciones sensoriales del color de porciones de carne molida de cerdo en el día 12 de almacenamiento.**

F de V	GL	SC	CM	FC	FT (0.95)	Sig.
<b>Tratamientos</b>	6	26,53	4,422	26,35	2.38	*
<b>Bloques</b>	6	1,39	0,231			
<b>Error experimental</b>	36	6,04	0,168			
<b>Total</b>	48	33,96	0,707			

$\hat{\mu} = 4,20$ ,  $CV = 9.74\%$

**Tabla N° 26. Prueba de significación de Tukey (0.05) de las puntuaciones sensoriales del color de porciones de carne molida de cerdo tratadas con aceites esenciales de orégano cultivado en seis zonas alto andinas de Amazonas, en el día 12 de almacenamiento.**

O.M.	Porciones de carne molida tratadas con aceites esenciales de:	Puntuaciones sensoriales de la desviación del olor de la carne molida.	Significación
1	Taquia	3.1	a
2	La Jalca	3.4	a
3	Cuemal	3.6	a
4	Levanto	4.6	b
5	Huancas	4.7	b
6	Cohechan	5	b
7	Control*	5	b

\*Sin aceites esenciales. ALS (T)=0.68