

**UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”  
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN PECUARIA**

---

**Acción fitobiótica en pollos de carne con Molle: Romero (70: 30) en la dieta**

**TESIS**

**Presentada como requisito para  
optar título profesional de**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**Por**

**WILTON YASSER ALARCÓN ALARCÓN**

**Lambayeque  
PERÚ  
2019**

**Acción fitobiótica en pollos de carne con Molle: Romero (70: 30) en la dieta**

**TESIS**

**Presentada como requisito para  
optar el título profesional de**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**por**

**WILTON YASSER ALARCÓN ALARCÓN**

**Sustentada y aprobada ante el  
siguiente jurado**

**Ing. Enrique Gilberto Lozano Alva, M. Sc.**  
**Presidente**

-----

**Ing. Rafael Antonio Guerrero Delgado, M. Sc.**  
**Secretario**

-----

**Ing. Benito Bautista Espinoza**  
**Vocal**

-----

**Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr. C.**  
**Patrocinador**

-----

## ***DEDICATORIA***

**Dedico el presente trabajo de investigación a mis padres:**

***- MARINA ALARCÓN PERALTA***

***- JAIME ELÍAS ALARCÓN LLANOS***

**Nada hubiese logrado sin su cariño y apoyo permanente e incondicional, por lo que les estaré agradecido siempre y todo lo que haga para mostrarlo será poco.**

**W.Y.A.A.**

## **AGRADECIMIENTO**

**Expreso mi agradecimiento sincero al Ing. PEDRO ANTONIO DEL CARPIO RAMOS, Dr. C., por la excelente labor profesional demostrada en el asesoramiento para que este trabajo de investigación viera la luz; durante su ejecución he podido corroborar lo aprendido durante mi formación profesional. Pero, sobre todo, le agradezco por honrarme con su amistad.**

**A los profesores de la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, en general, y a los de la Facultad de Ingeniería Zootecnia, en particular, por la formación profesional recibida en los fecundos años de mi vida universitaria.**

## ÍNDICE

<b>N° Cap.</b>	<b>Título del Capítulo</b>	<b>N° Pág.</b>
	<b>Resumen/ Abstract</b>	<b>viii</b>
	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>01</b>
<b>I</b>	<b>ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO</b>	<b>03</b>
	1.1. Tipo y Diseño de Estudio	03
	1.2. Lugar y Duración	04
	1.3. Tratamientos Evaluados	04
	1.4. Animales Experimentales (muestra)	04
	1.5. Alimento Experimental	04
	1.6. Instalaciones y Equipo	05
	1.7. Técnicas Experimentales	06
	1.8. Variables Evaluadas	06
	1.9. Evaluación de la Información	07
<b>II</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>09</b>
	2.1. Antecedentes Bibliográficos	09
	2.1.1. El Molle ( <i>Schinus molle</i> )	09
	2.1.2. El Romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> )	17
	2.2. Bases Teóricas	21
<b>III</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>22</b>
	3.1. Consumo de Alimento	22
	3.2. Peso Vivo y Rendimiento de Carcasa	23
	3.3. Conversión Alimenticia	27
	3.4. Mérito Económico	31
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>34</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>35</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA CITADA</b>	<b>36</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>41</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Nº</b>	<b>Título</b>	<b>Pág. Nº</b>
1	Composición porcentual de las raciones testigo	05
2	Esquema del análisis de la varianza	08
3	Consumo de alimento de pollos de carne que recibieron una combinación de Molle (70): Romero (30) en el alimento en reemplazo del APC	22
4	Peso vivo, cambios en el peso vivo y rendimiento de carcasa de pollos de carne que recibieron una combinación de Molle (70): Romero (30) en el alimento en reemplazo del APC	23
5	Conversión alimenticia de pollos de carne que recibieron combinación de Molle (70): Romero (30) en el alimento en reemplazo del APC	27
6	Mérito económico de pollos de carne que recibieron una combinación de Molle (70): Romero (30) en el alimento en reemplazo del APC	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Nº</b>	<b>Título</b>	<b>Pág. Nº</b>
1	Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso vivo en el inicio	24
2	Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso vivo en el crecimiento	24
3	Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso vivo en el acabado	25
4	Comparativo porcentual entre tratamientos para el incremento acumulado de peso vivo	25
5	Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia en inicio	27
6	Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia en crecimiento	28
7	Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia en acabado	28
8	Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia acumulada	29
9	Comparativo porcentual entre tratamientos para el mérito económico acumulado	32

## ANEXOS

<b>N°</b>	<b>Título</b>	<b>Pág. N°</b>
1	Prueba de homogeneidad de varianzas con los pesos a los 14 días	41
2	Análisis de la varianza con el peso vivo obtenido al finalizar el período de inicio	41
3	Prueba de homogeneidad de varianzas con los pesos a los 28 días	41
4	Análisis de la varianza con peso vivo obtenido al finalizar el período de crecimiento	41
5	Prueba de homogeneidad de varianzas con los pesos a los 42 días	42
6	Análisis de la varianza con peso vivo obtenido al finalizar el período de acabado	42

## **Acción fitobiótica en pollos de carne con Molle: Romero (70: 30) en la dieta**

### **Resumen**

Debido a que se asumió que la creciente resistencia a los antibióticos en las personas está vinculada al empleo de estos fármacos en la alimentación de los animales de interés zootécnico, como promotores del crecimiento (APC), la ciencia vinculada al sector pecuario ha implementado investigaciones para determinar alternativas a los APC. Un fuerte impulso posee la acción realizada con diferentes especies vegetales (fitobióticos) para este fin, entre ellas el molle y el romero, que en su acción aislada han mostrado acción fitobiótica y nutracéutica. Se implementó un trabajo con una combinación de molle y romero en proporción 70: 30, que fue parte de la ración de pollos de carne de acuerdo con los siguientes tratamientos: T1, testigo con APC; T2, 0.1%; T3, 0.2% y T4, 0.3% de la combinación, en los tratamientos con la combinación no se empleó APC. Los resultados obtenidos mostraron que la combinación en la proporción de 0.2% tendió a mejorar los índices productivos en comparación con el testigo, constituyéndose en una alternativa viable a los APC en la alimentación del pollo de carne; siendo necesario continuar con investigaciones en aspectos realizados con la calidad de la carne.

**Palabras clave:** Molle; Romero; Antibiótico promotor del crecimiento; Pollo de carne; Alimentación.

### **Abstract**

Because it was assumed that the growing resistance to antibiotics in people is linked to the use of these drugs in the feeding of animals of zootechnical interest, as growth promoters (GPA), the science linked to the livestock sector has implemented research to determine alternatives to the GPA. A strong impulse possesses the action carried out with different plant species (phytobiotics) for this purpose, among them the molle and the rosemary, which in their isolated action have shown phytobiotic and nutraceutical action. A work was implemented with a combination of molle and rosemary in a 70: 30 ratio, which was part of the ration of meat chickens according to the following treatments: T1, control with APC; T2, 0.1%; T3, 0.2% and T4, 0.3% of the combination, in the treatments with the combination GPA was not used. The obtained results showed that the combination in the proportion of 0.2% tended to improve the productive indices in comparison with the control, constituting itself in a viable alternative to the GPA in the feeding of the meat chicken; being necessary to continue with investigations in aspects made with the quality of the meat.

**Key words:** Molle; Rosemary; Growth promoter antibiotics; Broiler chicken; Feeding.



## INTRODUCCIÓN

Los indicadores del rendimiento en el pollo de carne son los incrementos de peso vivo, la eficiencia de utilización del alimento para incrementar peso, el mérito económico y la proporción del peso de la carcasa con relación al peso vivo, entre otros aspectos; la mejor expresión de estos indicadores se logró, en gran medida, por el empleo de los antibióticos promotores del crecimiento (APC). Por buena cantidad de tiempo se indicó que estos APC eran inocuos y que no afectaban la salud de los consumidores, en particular, y del público, en general. Sin embargo, las bacterias del tracto gastrointestinal (TGI) de los animales desarrollaron resistencia a estos APC y, de algún modo, la transmitieron a las bacterias que colonizan el TGI humano propiciando una amenaza considerable a la salud humana.

Por tal motivo, el empleo de APC ha sido prohibido en el mundo desarrollado y está siéndolo, con toda razón, en el mundo en vías de desarrollo. Para la Producción Animal esto implica un desafío, toda vez que los animales (principalmente aves y cerdos) rendirían menos y los costos de producción se harían prohibitivos sin APC. Pero, la investigación está mostrando que las sustancias contenidas en diferentes especies vegetales, algunas empleadas como especias, podrían ser una alternativa interesante a los APC, que por su modo de acción no generarían resistencia, conservarían la integridad del epitelio intestinal y mejorarían las cualidades organolépticas de la carne.

### **Formulación del Problema**

Los productores de aves en el Perú, sobre todo a nivel de provincias, se resisten a dejar de emplear los APC y no están convencidos de que las especias puedan ser una alternativa viable. Existiendo muy buena disponibilidad de molle (*Schinus molle*) y de romero (*Rosmarinus officinalis*) en la región Lambayeque y habiendo mostrado ambos

productos, por sí solos, buenos resultados en la alimentación del pollo de carne se puede asumir que en combinación podrían manifestar mejores rendimiento que actuando por separado, por lo que cabe el planteamiento de la siguiente interrogante: ¿podrá evaluarse el rendimiento del pollo de carne al recibir una combinación, en proporción 70: 30, de semillas de molle y hojas de romero en la dieta?

### **Hipótesis**

La incorporación de la combinación de semillas de molle y hojas de romero (70: 30), en reemplazo del APC, permitirá evaluar el rendimiento en los pollos de carne.

### **Justificación del Estudio**

La investigación pretendió determinar una alternativa adecuada al empleo de APC, cooperando con la salud de los consumidores; permitiendo a los productores disponer de información que ayude a obtener adecuados rendimientos.

### **Objetivos**

#### **Objetivo general**

Determinar y evaluar el rendimiento de pollos de carne en función de la presencia de la combinación de molle y romero (70:30) en el alimento en reemplazo del APC.

#### **Objetivos específicos**

1. Determinar y evaluar el consumo de alimento;
2. Determinar y evaluar el incremento de peso vivo;
3. Determinar y evaluar el rendimiento de carcasa;
4. Determinar y evaluar la conversión alimenticia;
5. Determinar y evaluar el mérito económico.

## I. ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO

### 1.1. Tipo y Diseño de Estudio

Se considera que el presente estudio es cuantitativo-propositivo. Las definiciones y explicaciones para cada clasificación se han tomado de Hernández *et al.* (2010), quienes literalmente sostienen que un estudio:

*Es cuantitativo porque se plantea un problema de estudio delimitado y concreto; se considera lo que se ha investigado anteriormente, se construye un marco teórico del cual se deriva una o varias hipótesis y se someten a prueba mediante el empleo de los diseños de investigación apropiados; las hipótesis se generan antes de recolectar y analizar los datos; la recolección de los datos se fundamenta en la medición; los datos se representan mediante números y se deben analizar a través de métodos estadísticos; se confía en la experimentación y/o pruebas de causa-efecto; la interpretación constituye una explicación de cómo los resultados encajan en el conocimiento existente; debe ser lo más objetiva posible; se sigue un patrón predecible y estructurado (el proceso); se pretende generalizar los resultados encontrados y que los estudios puedan replicarse; la meta principal es la construcción y demostración de teorías; se sigue rigurosamente el proceso; se utiliza la lógica o razonamiento deductivo; se pretende identificar leyes universales y causales; ocurre en la realidad externa del individuo.*

En tanto que se considera propositivo porque plantea propuestas para solucionar el problema de investigación (Bunge, 1972); además del gran problema vinculado al empleo de los APC. El Diseño del estudio correspondió al experimental. Según Hernández *et al.* (2010) la investigación experimental es la que se realiza para analizar

si una o más variables independientes afectan a una o más variables dependientes y por qué lo hacen. En un experimento, la variable independiente resulta de interés para el investigador, ya que hipotéticamente será una de las causas que producen el efecto supuesto. Para obtener evidencia de esta supuesta relación causal, el investigador manipula la variable independiente y observa si la dependiente varía o no. Aquí, manipular es sinónimo de hacer variar o asignar distintos valores a la variable independiente.

## **1.2. Lugar y Duración**

El ensayo se realizó en una crianza familiar-comercial de la ciudad de Chiclayo; distrito de La Victoria, provincia de Chiclayo, y tuvo una duración efectiva de 42 días.

## **1.3. Tratamientos Evaluados**

T<sub>1</sub> : Testigo con APC

T<sub>2</sub>: Dieta con 0.1% de molle-romero, sin APC

T<sub>3</sub>: Dieta con 0.2% de molle-romero, sin APC

T<sub>4</sub>: Dieta con 0.3% de molle-romero, sin APC

## **1.4. Animales Experimentales (muestra)**

Cien pollos de carne de la línea Cobb 500, de un día de edad, de ambos sexos, provenientes de una empresa incubadora de la ciudad de Trujillo.

## **1.5. Alimento Experimental**

Se prepararon raciones iso-energéticas e iso-proteicas para cubrir 21% de proteína y 3.0 Mcal de energía metabolizable (EM) para la fase de inicio; 20% de proteína y 3.1 Mcal de EM para la fase de crecimiento; 19% de proteína y 3.2 Mcal de EM para la fase de acabado.

En la Tabla 1 se muestra la concentración porcentual de insumos de la ración para el testigo, la que se preparó con insumos de disponibilidad local.

**Tabla 1.**  
**Composición porcentual de las raciones testigo**

<b>Insumos</b>	<b>Inicio</b>	<b>Crecimiento</b>	<b>Acabado</b>
Maíz amarillo, grano molido	60.000	61.000	63.195
Soja, torta	28.893	31.950	29.950
Pescado, harina	04.000	01.000	-----
Trigo, afrecho	01.000	01.017	01.000
Soja, aceite	01.000	02.000	03.000
Carbonato de calcio	01.932	01.422	00.914
Sal común yodada	00.181	00.181	00.181
Cloruro de colina	00.200	00.150	00.100
Bicarbonato de sodio	00.050	00.050	00.050
Premezcla vitamínico-mineral	00.100	00.100	00.100
Fosfato di-cálcico	01.150	00.770	00.400
Mold Zapp	00.050	00.050	00.050
Bio Mos	00.100	00.100	00.100
Coccidiostato	00.050	00.050	00.050
DL-Metionina	00.186	00.050	00.050
Allzyme SSF	00.060	00.060	00.060
Zinc-Bacitracina	00.050	00.050	00.050
<b>Aporte estimado* de:</b>			
Proteína (%)	20.55	20.06	18.68
Energía Metabolizable (Mcal/ kg)	03.02	03.13	03.19

\* Los aportes de los insumos fueron considerados en función de las tablas de composición de alimentos reportadas por McDOWELL *et al.* (1974).

El Romero se obtuvo en el mercado mayorista de la ciudad de Chiclayo y las semillas de Molle se colectaron de los árboles que existen en la ciudad universitaria en Lambayeque; se acondicionaron en el Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Ingeniería Zootecnia en Lambayeque.

### **1.6. Instalaciones y Equipo**

- Corrales, con divisiones de madera y con cama de cascarilla de arroz.
- Comederos tipo tolva y bebederos tipo sifón.
- Balanza tipo reloj.
- Balanza electrónica, con una precisión de 1 g.
- Cintas plásticas.
- Planillas de registros para pesos corporales, suministro y residuo de alimento.
- Además del equipo típico de una granja avícola.

## **1.7. Técnicas Experimentales**

Hechos los corrales experimentales se procedió a su limpieza y desinfección (barrido, flameado, aplicación de una desinfectante con glutaraldehído y amonio cuaternario); se colocó la cascarilla de arroz y se implementó un vacío sanitario. Los primeros diez días se puso papel arrugado sobre la cama.

Los pollitos se asignaron aleatoriamente a cada uno de los tratamientos, se identificaron (cinta rotulada fija al tarso) y pesaron individualmente, registrándose los datos en una libreta de campo; las pesadas posteriores se hicieron cada catorce días. Se consideró una densidad de 6 pollos por metro cuadrado.

El molle y el romero se deshidrataron en estufa a 60°C y luego se molieron en un molino de martillos con criba de 1 mm; una vez molidos se pesaron y combinarán en la cantidad de 700 gramos de molle y 300 gramos de romero por kilo. Así combinados se procedió a la combinación con el resto de los insumos que conformaron la ración. La combinación de insumos se hizo en forma progresiva para lograr la mayor homogeneidad posible.

El alimento se suministró en cantidades pesadas, se propició consumo *ad libitum*; el consumo se determinó por diferencia entre lo suministrado y el residuo.

Se implementó un programa sanitario basado en bio-seguridad: vacunaciones, cambios de cama, desinfecciones de calzado y ropa, no ingreso de personas no autorizadas, control de animales extraños al experimento, etc.

## **1.8. Variables Evaluadas**

- Consumo de alimento, g.
- Peso y cambios en el peso vivo, g.
- Rendimiento de carcasa, %.
- Conversión alimenticia, Kg.

- Mérito económico, s/.

Como se indicó en 1.7., el consumo de alimento se determinó por diferencia entre las cantidades ofrecidas y el residuo del día siguiente.

Los cambios en el peso se determinaron por diferencia entre las pesadas en curso con las del período anterior.

El rendimiento de carcasa se evaluó en una muestra de cuatro pollos (dos machos y dos hembras) por cada uno de los tratamientos, lo que fueron tomados al azar; el rendimiento es una expresión porcentual del peso de la carcasa (incluyó tarsos y dedos, pescuezo-cabeza) con relación al peso vivo inmediatamente antes del sacrificio.

La conversión alimenticia se determinó por la relación entre la cantidad de alimento consumido y el cambio (incremento) del peso vivo; valores menores indicaron mayor eficiencia en la utilización del alimento y viceversa.

El mérito económico se determinó por la relación entre el gasto (dinero) en alimento y el cambio en el peso vivo; como en el caso de la conversión alimenticia, los valores menores indicaron mayor eficiencia económica y viceversa.

### **1.9. Evaluación de la Información**

Se aplicó la prueba de Bartlett de homogeneidad de varianzas con los pesos iniciales y los pesos finales.

Tratándose de un experimento en el que consideró la evaluación de cuatro tratamientos se procedió a realizar el siguiente planteamiento estadístico de hipótesis (Ostle, 1979):

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

**H<sub>1</sub>: AL MENOS UNA MEDIA DIFIERE DEL RESTO**

las que fueron contrastadas mediante el diseño de tratamientos completamente al azar, que responde al siguiente modelo aditivo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \xi_{ij}$$

Donde:  $Y_{ij}$ , es la variable por evaluar;  $\mu$ , es el verdadero efecto medio;  $\tau_i$ , es el verdadero efecto del  $i$ -ésimo tratamiento;  $\xi_{ij}$ , es el verdadero efecto de la  $j$ -ésima unidad experimental sujeta a los efectos del  $i$ -ésimo tratamiento (error experimental).

Se mantuvo la probabilidad máxima de 5% de cometer error de tipo I (Scheffler, 1982).

Se aplicó el análisis de la varianza, cuyo esquema se presenta en la Tabla 2.

**Tabla 2. Esquema del análisis de la varianza**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>F</b>
Tratamientos	$T_{yy}$	$t - 1 = 3$	T	T/ E
Error experimental	$E_{yy}$	$t(r-1) = 96$	E	
<b>TOTAL</b>	$\sum Y^2$	$tr = 99$		



## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes Bibliográficos

#### 2.1.1. El Molle (*Schinus molle*)

Según Wikipedia (2019), el molle tiene la siguiente clasificación taxonómica: Reyno, *Plantae*; División, *Magnoliophyta*; Clase, *Magnoliopsida*; Orden, *Sapindales*; Familia, *Anacardiaceae*; Género, *Schinus*; Especie, *S. molle*. *Schinus* es el nombre griego del “lentisco” (arbolito perenne de esta misma familia); *molle* es el epíteto que recuerda a un antiguo nombre genérico para esta planta, utilizado por Tournefort, y deriva del nombre quechua *mulli*, no del latín *molle* (“flojo”). Al parecer, *mulli* en quechua es indicativo de rojo o brillante, o se usaba para describir a algo de coloración parecida al molusco *mullu*, también sagrado para los incas y que se utilizaba para predecir el cambio climático vinculado al Fenómeno del Niño” (toponimias.wordpress.com).

Tiene diferentes usos; así, como aromatizante, todo el árbol despide un intenso olor perfumado debido a la presencia de abundantes aceites esenciales y volátiles. Base para chicle [exudado (resina)]. Su resina blanquecina es usada en América del Sur como goma de mascar, se dice que fortalece las encías y sana las úlceras de la boca. Como colorante, el cocimiento de hojas, ramas, corteza y raíz se emplea para el teñido amarillo pálido de tejidos de lana. Como combustible, de la madera se obtiene leña y carbón. Como comestible (fruta) [fruto], con los frutos se prepara una bebida refrescante. Como condimento / especias [fruto], los frutos secos se han empleado en algunos países para adulterar la pimienta negra por su sabor semejante. Dentro de la cosmética / higiene [hoja], de las hojas se extrae un aceite aromatizante que se usa en enjuagues bucales y como dentífrico; las semillas contienen aceites de los cuales se obtiene un fijador que se emplea en la elaboración de perfumes, lociones, talcos y desodorantes. En la curtiembre, [corteza], sirve para teñir pieles. Como insumo

forrajero [fruto], es un importante alimento para pájaros. Para la confección de implementos de trabajo [madera], mangos de herramientas, estacas, enseres rurales y fustes de sillas de montar. Como fuente de material industrializable [exudado (resina), ceniza], la resina se podría utilizar en la fabricación de barnices; su ceniza rica en potasa se le usa como blanqueador de ropa; así mismo, en la purificación del azúcar. Como insecticida / tóxica [fruto, hoja (aceite)], el aceite esencial de las hojas y frutos ha mostrado ser un efectivo repelente de insectos, particularmente contra la mosca casera; el fruto puede contener 5 % de aceite esencial y las hojas 2%. Dentro del empleo medicinal [hoja, flor, fruto, corteza, exudado (resina)], se indican las siguientes propiedades y acciones: analgésico, antibacterial, antidepresivo, antimicrobial, antifúngico, antiviral, antiespasmódico, astringente, balsámico, citotóxico, diurético, expectorante, hipotensivo, purgativo, estomáquico, tónico, uterino, estimulante. En algunos lugares se recomienda para padecimientos digestivos (cólicos, bilis, dolor de estómago y estreñimiento) y se emplea como purgante y diurético. Las hojas (en cocimiento o machacadas) se usan para lavados en casos de enfermedades venéreas (gonorrea), ojos irritados, conjuntivitis y cataratas. La infusión de la corteza disminuye las inflamaciones y favorece la cicatrización de las úlceras. La resina es sumamente peligrosa, pero se ha usado en dolor de muelas, dientes picados y para cicatrizar heridas. Fue utilizada para embalsamar los cuerpos de los Incas. Las ramas maceradas como papilla o hervidas para su aplicación local o remojadas en alcohol, se emplean para molestias del reumatismo y otros dolores musculares. La planta entera se usa externamente para fracturas y como un antiséptico local. En inhalación, las hojas (muchas veces mezcladas con hojas de eucalipto) se usan para aliviar resfriados, afecciones bronquiales, hipertensión, depresión y arritmia. Mezclada la corteza con las hojas, sirve para la hinchazón y dolor en enfermedades venéreas y genito-urinarias. La

corteza (cocción): remedio en pies hinchados y purgante para animales domésticos. En algunos lugares se emplea en las llamadas "limpias" o "barridos", para curar el mal de aire, susto y espanto. En Argentina se toma una infusión de hojas secas para aliviar varios desordenes menstruales (amenorrea, sangrados abundantes, menopausia, síndrome premenstrual), fiebres, problemas respiratorios (resfriados, asma, bronquitis) y urinarios (cistitis, uretritis), tumores e inflamación en general. El aceite esencial de las hojas frescas posee actividad antibacterial, antiviral, antifúngica y antimicrobial. Las siguientes bacterias y hongos exhiben una sensibilidad significativa al aceite. Bacterias: *Klebsiella pneumoniae*, *Alcaligenes faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Leuconostoc cremoris*, *Enterobacter aerogenes*, *Proteus vulgaris*, *Clostridium sporogenes*, *Acinetobacter calcoacetica*, *Escherichia coli*, *Beneckea natriegens*, *Citrobacter freundii*, *Serratia marcescens*, *Bacillus subtilis* y *Brochothrix thermosphacata*. Hongos: *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus parasiticus*, *Fusarium culmorum* y *Alternaria alternata*. También se le indica utilización dentro de la apicultura por ser considerada como melífera [flor] ([www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)).

Cruz *et al.* (2010) indican que uno de los temas más importantes de la medicina humana y veterinaria es la resistencia bacteriana a los fármacos antibacterianos. En este contexto, se ha estimulado la búsqueda de nuevos principios activos con actividad antibacteriana, por lo que el objetivo de su trabajo fue determinar las propiedades antibacterianas de cuatro especies vegetales, recolectadas en la ciudad de Tunja (Boyacá). Se prepararon extractos etanólicos, a partir de las hojas secas de *Bidens pilosa*, *Lantana camara*, *Schinus molle* y *Silybum marianum*, los que fueron sometidos a un análisis microbiológico *in vitro*, para establecer su actividad antibacteriana y sus concentraciones mínimas inhibitoria y bactericida, en respuesta a *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*. Las actividades, se compararon con

un fármaco estándar, cloranfenicol o gentamicina. Los extractos mostraron actividad contra *S. aureus*; la que exhibió la mejor actividad fue *B. pilosa* y *L. camara*, *S. molle* y *S. marianum* manifestaron capacidad moderada para inhibir el crecimiento de *S. aureus*. Este estudio demostró que las plantas seleccionadas tienen actividad antibacteriana frente a *S. aureus*.

Se postuló que, el aceite esencial presente en las hojas del “molle” pudiera tener efectos benéficos en la cicatrización de las heridas en el ganado vacuno, cuyos resultados experimentales se verificarían mediante pruebas preclínicas en ratones albinos. Alba *et al.* (2009) evaluaron la actividad cicatrizante del aceite esencial de *Schinus molle* L. a diferentes concentraciones, en comparación con un producto comercial frente a heridas infectadas en ganado vacuno. Encontraron que el aceite esencial del “molle”, constituido principalmente por mono terpenos y sesquiterpenos, en pomada y teniendo como base vaselina sólida, posee propiedades cicatrizantes frente a heridas infectadas en ganado vacuno las que sanaban de manera apropiada; así mismo, los experimentos llevados a cabo en ratones de cepa Balb C 53, corroboraron la experiencia mencionada, siendo la concentración al 2% la que presentó mayor poder cicatrizante frente a la pododermatitis y mastitis subclínicas.

Los aceites esenciales poseen propiedades especiales que les dan capacidad antibacteriana, antifúngica, entre otras. Por lo que es necesario considerar algunos detalles de ellos. En realidad, son mezclas complejas de componentes volátiles, que resultan del metabolismo secundario de plantas; están compuestos por hidrocarburos del grupo de los terpenos, y por compuestos oxigenados de bajo peso molecular como son los alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres y ácidos, éstos son los que les dan a los aceites esenciales el aroma que los caracteriza (Díaz, 2007).

Se acumulan en estructuras secretoras especializadas ubicadas en diferentes

partes de la anatomía de las plantas; por ejemplo, se bio-sintetizan en los tricomas glandulares (hojas) o en glándulas (cáscaras), en las plantas se pueden ubicar en general, en pelos glandulares del tallo y hojas (menta, lavanda, salvia), en las células modificadas del parénquima como en las piperáceas (pimienta), en tubos oleíferos (canela), en tubos esquizógenos (anís, hinojo), o canales lisígenos (pino), entre otros (Díaz, 2007; Vargas y Bottia, 2008).

Los metabolitos secundarios volátiles que componen los aceites esenciales se pueden clasificar en base a los grupos funcionales que contienen sus moléculas; así, dentro del grupo de los hidrocarburos se tiene a los terpénicos (como el limoneno y el  $\alpha$ -terpineno), a los aromáticos (como el cumeno y el  $\rho$ -cimeno) y los sesquiterpénicos (como el trans- $\beta$ -cariofileno); dentro del grupo de los aldehídos se tiene a los monoterpénicos (como el citral), a los alifáticos (como el nonanal y el octadecanal), a los aromáticos (como el cinamaldehído); dentro del grupo de los alcoholes se tiene a los monoterpénicos (como el geraniol y el citronelol), a los alifáticos (como el 3-decanol), a los sesquiterpénicos (como el espatulenol y el cedrol) y a los aromáticos (como el alcohol bencílico); dentro del grupo de los fenoles se tiene a los aromáticos (como el timol y el carvacrol) (Díaz, 2007).

Tienen la propiedad en común, de generar diversos aromas agradables y perceptibles al ser humano, pero siempre pronunciados y penetrantes, que nos recuerdan el olor del vegetal del que provienen. Poseen un color en la gama del amarillo, hasta ser transparentes en algunos casos. Tienen sabor cáustico, acre e irritante y a veces aromático, dulce y delicado (Bandoni, 2000; Albarracín y Gallo, 2003; Cerpa, 2007).

Según su consistencia se clasifican en esencias fluidas, bálsamos y oleorresinas. Las esencias fluidas son líquidos volátiles a temperatura ambiente. Los bálsamos son más espesos, son poco volátiles y propensos a sufrir reacciones de polimerización. Las

oleorresinas tienen el aroma de las plantas en forma concentrada y son típicamente líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas. A condiciones ambientales, son líquidos menos densos que el agua, pero más viscosos que ella. Son solubles en los disolventes orgánicos comunes. Casi inmiscibles en disolventes polares asociados (agua, amoníaco). Tienen propiedades de solvencia para los polímeros con anillos aromáticos presentes en su cadena (Albarracín y Gallo, 2003; Cerpa, 2007).

Sufren degradación química en presencia de la luz solar, del aire, del calor, de ácidos y álcalis fuertes, generando oligómeros de naturaleza indeterminada. En algunos casos, a consecuencia de la oxidación, se llega a producir ácido carbónico, como en la esencia de anís; otras veces ácido benzoico, como en la esencia de almendra y también ácido cinámico, como en la de canela. Además, refractan la luz polarizada, propiedad que se usa para su control de pureza, pues tienen por ello un índice de refracción característico (Albarracín y Gallo, 2003).

Son inflamables, no son tóxicos, aunque pueden provocar alergias en personas sensibles a determinados terpenoides. Son inocuos mientras la dosis suministrada no supere los límites de toxicidad. Y son aceptados como sustancias seguras (GRAS) por la Agencia de Medicamentos y Alimentos (FDA) de E.E.U.U. (Cerpa, 2007).

Desde la antigüedad, las especies aromáticas y sus aceites esenciales se han empleado en preparaciones culinarias no sólo como agentes saborizantes y aromatizantes, sino también como conservantes naturales en alimentos y en otros productos, donde los aceites esenciales pueden detener, prevenir o inhibir el deterioro oxidativo y los daños causados por bacterias, hongos u otros microorganismos. De esta manera, y debido a la creciente presión de los consumidores, actualmente las industrias de alimentos y cosméticos han disminuido el uso de conservantes sintéticos en sus productos, reemplazándolos por sustancias de origen natural (Vargas y Bottia, 2008).

En muchos estudios sobre especies vegetales se ha aislado una amplia variedad de compuestos antioxidantes fenólicos lo cual los coloca en la categoría de los antioxidantes más interesantes y promisorios, en general flavonoides. Estos antioxidantes son sustancias importantes en el área de farmacología, principalmente por su capacidad de contrarrestar la formación de radicales, cuya influencia se ve reflejada en las propiedades que poseen, así como antivirales, antialérgicas, antiinflamatorias, antimicrobianas, etc. Se ha resaltado que la actividad antioxidante de los compuestos fenólicos presentes en las plantas aromáticas depende de su estructura y, particularmente, del número y la posición el grupo hidroxilo (Díaz, 2007).

Desde hace más de tres décadas se ha descrito a los fungicidas de origen natural, como agentes de gran capacidad biodegradable y de efectos secundarios menores, en comparación a los fungicidas comúnmente comercializados. Así, por ejemplo, se ha comprobado que al incorporar aceite esencial de árbol de té en recubrimientos a base de polímeros derivados de la celulosa constituye una alternativa eficaz para el control en postcosecha de *Penicillium italicum* en naranjas. También, el aceite esencial de jengibre puede ejercer una acción antimicrobiana sobre el *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus faecalis*. Y el aceite esencial de la “hierba de limón” (*Cymbopogon citratus*) mostró una notable actividad antifúngica frente a *Trichophyton rubrum* (la formulación desarrollada resultó no irritante y se propuso usar como antidermatofítica) (Dikshit *et al.*, 1986; Vásquez *et al.*, 2001; Guerra *et al.*, 2004; Sánchez *et al.*, 2006).

Según Yelasco - Negueruela (1995), el análisis fitoquímico del molle revela que la planta contiene taninos, alcaloides, flavonoides, saponinas esteroidales, esteroides, terpenos, gomas, resinas y aceites esenciales (Chirino *et al.*, 2001). Sin embargo, en U.S.A. se reportó ausencia de alcaloides en un estudio anterior realizado por Smolenski *et al.* (1974), citados por Llanos (2012). En 1976, a partir de la fracción ácida de la

oleorresina de los frutos, fueron aislados los triterpenoides: ácido isomasticadienonalico y también el ácido isomasticadienoico. En 1978 se obtuvo el 3-epi-isomasticadienolálico, en ese mismo año, se demostró la presencia de laccasa, una enzima polifenoloxidasas, que podría tener valor quimiotaxonómico, posteriormente en 1981 se purifica y caracteriza la enzima (Viturro *et al.*, 2010).

Dikshit *et al.* (1986) reconoció la presencia de mirceno,  $\alpha$ -felandreno,  $\beta$ -felandreno, p-cimeno,  $\beta$ -cariofileno y D-limoneno, como componentes mayoritarios del aceite esencial obtenido de las hojas del molle. Posteriormente, Zeng Yueqin (2006) encontró que el aceite esencial de los frutos presentaba como componentes predominantes a los compuestos  $\alpha$ - y  $\beta$ -felandreno,  $\beta$ -espatuleno, D-limoneno, mirceno, silvestreno,  $\alpha$ - y  $\beta$ -pineno, perillaldehído, carvacrol, canfeno, o-etil-fenol, p-cimeno y p-cimol. Algunos de los primeros trabajos identificaron al carvacrol como uno de los componentes volátiles principales del aceite esencial, aunque en trabajos modernos sólo se encontraron vestigios (Viturro *et al.*, 2010).

Perleche (2002) realizó un ensayo con pavos Hybrid Súper Medio, entre las cinco y doce semanas de edad, comparando dietas en las que se incluyó al molle en proporciones de 0.25 y 0.50% en comparación con un testigo en el que se utilizó antibiótico promotor del crecimiento (Zinc Bacitracina); los incrementos de peso logrados con 0.25% de molle en la dieta logró mejoras de 5, 3 y 4% en los incrementos de peso, conversión alimenticia y mérito económico, respectivamente; con la mayor proporción de molle también se obtuvo resultados superiores a los del APC pero en menor magnitud.

Leyton (2014) utilizó doscientos pollos Cobb de un día de edad, de ambos sexos, fueron incluidos en un experimento de alimentación de 42 días (14 de Inicio, 14 de Crecimiento, 14 de Acabado) empleando raciones en las que se consideró la harina de



semillas de molle (*Schinus molle*) en los siguientes tratamientos: T<sub>1</sub>, testigo; T<sub>2</sub>, 0.15; T<sub>3</sub>, 0.30 y T<sub>4</sub>, 0.45%. Respectivamente para los tratamientos en orden creciente, se obtuvo los siguientes resultados: 447.7, 452.8, 453.7 y 457.2 gramos de peso por pollo al finalizar el período de Inicio; 1405.1, 1382.3, 1446.5 y 1465.2 gramos de peso al finalizar el período de Crecimiento; 2534.6, 2563, 2571.3 y 2563.6 gramos al finalizar el período de Acabado. Se obtuvo diferencias significativas ( $P \leq 0.01$ ) a favor de las semillas de molle. En cuanto a conversión alimenticia se obtuvo: 1.261, 1.244, 1.243 y 1.235 en el Inicio; 1.537, 1.616, 1.516 y 1.495 en el Crecimiento; 2.213, 2.121, 2.229 y 2.286 en el Acabado; 1.812, 1.794, 1.791 y 1.799 en el cálculo acumulado. La eficiencia de utilización del alimento para incrementar peso vivo casi siempre fue mejor con semillas de molle, sobre todo cuando se incluyó 0.15% en la fase de Crecimiento, logrando aventajarse al testigo en 4.2%. En cuanto a la aceptación de la carne: dentro de T<sub>1</sub> la aceptación fue 35% regular, 40% buena, 20% muy buena y 5% excelente; dentro de T<sub>2</sub> fue de 5, 45, 35 y 15% en el mismo orden de categorías de aceptación; dentro de T<sub>3</sub> fue de 00, 20, 40 y 40%; y dentro de T<sub>4</sub> fue de 00, 00, 25 y 75%. Conforme se incrementó la proporción de semillas de molle se mejoró el grado de aceptación de la carne.

### **2.1.2. El Romero (*Rosmarinus officinalis*)**

Taxonómicamente pertenece al orden *Lamiales*, familia *Lamiaceae*, subfamilia *Nepetoideae*, tribu *Menthae*, género *Rosmarinus*, especie *officinalis* (Wikipedia, 2019).

Los extractos de las hojas muestran una muy alta actividad antioxidante y su uso como aditivo alimenticio se está incrementando, se ha propuesto como un importante factor dietético en humanos e investigado como inhibidor de la tumorigénesis de la piel (Singletary y Nelshoppen, 1991; Schwarz *et al.*, 1992; Huang *et al.*, 1994).

El principal componente responsable de su actividad antioxidante es el ácido carnósico, un di-terpeno; el que es el más abundante antioxidante encontrado en las hojas de Romero. El ácido carnósico es un antioxidante lipofílico que neutraliza oxígeno simple, radicales hidroxilos, y radicales-lípido peroxil, previniendo así la peroxidación de lípidos y el daño de las membranas biológicas (Aruoma *et al.*, 1992; Haraguchi *et al.*, 1995).

Se ha indicado que su actividad para atrapar radicales sigue un mecanismo análogo al de otros antioxidantes tales como  $\alpha$ -tocoferol y es causado por la presencia de dos grupos hidroxilo *O*-fenólicos encontrados en los carbonos 11 y 12 de la molécula (Richheimer *et al.*, 1992).

Así mismo, el ácido carnósico puede dar lugar, después de la deshidrogenación enzimática, a carnosol o a diterpenos altamente oxidados tales como rosmanol o isorosmanol y atacar radicales libres. El estrés oxidativo *in vivo*, a nivel de la planta, inducido por la sequía o alto estrés a la luz mejora la formación de diterpenos altamente oxidados debido a la actividad antioxidante del ácido carnósico. Además, el ácido carnósico y el iso-rosmanol pueden ser *O*-metilados a la forma ácido 12-*O*-metilcarnósico y 11, 12-di-*O*-metilisorosmanol, respectivamente. La metilación de los grupos hidroxilo *O*-fenólicos elimina la actividad atrapadora de radicales de la molécula e incrementa su solubilidad lipídica (Brieskorn y Dömling, 1969; Luis, 1991; Luis *et al.*, 1994; Munné-Bosch *et al.*, 1999; Munné-Bosch y Alegre, 2000, 2001).

Como es de conocimiento general, las personas emplean las hojas y aceite de Romero como especias y agentes saborizantes en el procesamiento de los alimentos por su sabor deseable y alta actividad antioxidante. Se ha establecido que el Romero actúa como un analgésico suave y agente antimicrobial en el uso herbolario tradicional. Acciones atribuidas a su contenido de flavonoides, fenoles, aceites volátiles y

terpenoides. Se ha determinado que la actividad antioxidante de un extracto de hojas de Romero es comparable con antioxidantes conocidos, como el Hidroxianisol butilado (BHA) y el Hidrotolueno butilado (BHT), sin poseer el riesgo citotóxico y carcinogénico de los antioxidantes sintéticos. Entre los compuestos antioxidantes en las hojas de Romero, alrededor del 90% de la actividad antioxidante puede atribuirse al carnosol y ácido carnósico. La aplicación tópica de extracto de Romero, carnosol o ácido ursólico a la piel de ratones inhibió la ligazón covalente de benzo[*a*]pireno al ADN epidermal, la iniciación del tumor por 7,12-dimetilbenz[*a*]antraceno (DMBA), la promoción de tumor TPA-inducido, la actividad de carnitina descarboxilasa y la inflamación. Se ha establecido que el carnosol inhibió la producción de óxido nítrico (ON) en macrófagos activados. Así mismo, el ácido rosmarínico ha sido ampliamente estudiado por sus actividades antimicrobiales y complementa propiedades de inhibición (Ito *et al.*, 1983; Bult *et al.*, 1985; Rampart *et al.*, 1986; Collin y Charles, 1987; Singletary y Nelshoppen, 1991; Ho *et al.*, 1994; Huang *et al.*, 1994; Chan *et al.*, 1995; Newall, 1996; Lo *et al.*, 2002).

Según diferentes investigadores (Hibbs *et al.*, 1987; Kilbourn *et al.*, 1990; Moncada *et al.*, 1991; Wink *et al.*, 1991; Nathan, 1992; Nguyen *et al.*, 1992; Kehrer, 1993; Lowenstein *et al.*, 1993; Miller *et al.*, 1993; Halliwell, 1994; Ohshima y Batsch, 1994; Liu y Hotchkiss, 1995; Cook y Cattell, 1996; Xie y Fidler, 1998; Bagchi *et al.*, 2000; Lo *et al.*, 2002; Lowenstein y Snyder, 2002) el óxido nítrico (ON) es una pequeña molécula de radical libre de vida corta producida a partir de L-arginina en una reacción catalizada por la ON sintetasa (ONS). El ON tiene muchas funciones biológicas, está involucrado en la vasodilatación, neurotransmisión, homeostasis de tejidos, reparación de heridas, inflamación y citotoxicidad. El ON media diversas funciones actuando sobre muchas células del cuerpo a través de la interacción con diferentes objetivos

moleculares, los que pueden ser ya sea activados o inhibidos. Bajas concentraciones de ON producidas por la ONS inducible (ONSi) poseen roles benéficos en mucha de la actividad antimicrobial de macrófagos contra patógenos. Sin embargo, la sobreproducción de ON y sus derivados, tales como peroxinitrito y dióxido de nitrógeno, son considerados mutagénicos *in vivo*, provocan la patogénesis del shock séptico y diversos desordenes autoinmunes. Además, el ON y sus formas oxidadas se han demostrado carcinogénicas. Excesivas cantidades de especies de nitrógeno reactivo incrementan el estrés oxidativo en el cuerpo; participan activamente en la activación metabólica de pro carcinógenos, deterioro oxidativo de lípidos, proteínas y ADN, alterando la fluidez de la membrana, homeostasis celular y expresión de genes; estas especies de nitrógeno reactivo son consideradas como bio determinantes principales en los procesos de enfermedad y carcinogénesis. Así, se ha sugerido que inhibiendo la alta producción y salida de ON bloqueando la expresión de ONSi o su actividad puede ser una estrategia útil para el tratamiento de desórdenes relacionados con el ON. El relativamente reciente énfasis sobre el rol del óxido nítrico en las condiciones patológicas ha conducido al descubrimiento de nuevos agentes terapéuticos. Antioxidantes tales como (-)-epigallocatequina-3-galato (EGCG), resveratrol y los flavonoides presentes naturalmente, incluyendo apigenina y kaempferol han sido indicados como supresores de la producción de ON y sus mecanismos de inhibición están basados en sus habilidades para inhibir la activación del factor nuclear  $\kappa$ B; las que también se asume que posee el Romero (Lin y Lin, 1997; Tsai *et al.*, 1999; Liang *et al.*, 1999; Lo *et al.*, 2002).

Cien pollitos BB de un día de edad, de ambos sexos, fueron empleados por Morán (2014) en un ensayo para determinar el efecto sobre el rendimiento de una combinación de Romero: Canela en la proporción 70: 30. Se establecieron tres

tratamientos: T<sub>1</sub>, testigo con APC; T<sub>2</sub>, 0.1% de la combinación Romero: Canela; T<sub>3</sub>, 0.2% de la combinación de Romero: Canela en la dieta. Respectivamente para los tratamientos del primero al tercero se obtuvo: 4.822, 4.374 y 4.673 kilos de alimento total consumido por pollo; 2.569, 2.683 y 2.696 kilos de peso vivo incrementado; 1.878, 1.630 y 1.733 kilos de alimento consumido acumulado por cada kilo de peso vivo incrementado. Los resultados favorecieron significativamente a los tratamientos en los que se incluyó la combinación de Romero: Canela en la dieta, especialmente en el tratamiento en el que se utilizó 0.1% de la combinación. Aunque el consumo de alimento mostró una consistente reducción de hasta casi 10%, la eficiencia de utilización del alimento mejoró hasta en 13.2% haciendo a los pollos más económicos.

## **2.2. Bases Teóricas**

Siendo el Molle y el Romero dos especies vegetales en las que se ha probado la existencia de principios químicos de acción antioxidante, antibacteriana, antiinflamatoria, inmuno-moduladora, entre otras, y que han mostrado acción benéfica sobre el rendimiento de pollos de carne, se asumió que su presencia conjunta en el alimento podría mostrar efectos sinérgicos sobre los indicadores del rendimiento.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Consumo de Alimento

En la Tabla 3 se presentan los resultados referentes al consumo de alimento de pollos de carne que recibieron que recibieron una combinación de Molle y Romero (70: 30) en la dieta, en reemplazo del APC.

**Tabla 3. Consumo de alimento de pollos de carne que recibieron una combinación de Molle (70): Romero (30) en el alimento en reemplazo del APC**

Aspectos	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
Pollos	25	25	25	25
APC en el alimento	Sí	No	No	No
Combinación M: R, %	No	0.1	0.2	0.3
Consumo (g/ pollo/ período) en:				
Inicio	487	479	458	491
Crecimiento	2113	2121	2142	2109
Acabado	2080	2080	2080	2080
Acumulado	4680	4680	4680	4680

Como se puede apreciar, el suministro de alimento en el período de acabado fue restringido, las pequeñas diferencias entre tratamientos logradas en el inicio y el crecimiento se compensaron al azar, de tal manera que el consumo acumulado fue similar entre los cuatro tratamientos.

La presencia de la combinación Molle: Romero no tuvo mayor influencia sobre la cantidad consumida de alimento, como se pudo apreciar en los períodos de inicio y crecimiento, las cifras de consumo estuvieron muy próximas a las registradas por el tratamiento testigo (con APC). Sin embargo, sólo en el inicio el tratamiento 3 estuvo 5.9% por debajo del testigo.

Se ha indicado que la presencia de diferentes compuestos químicos en el molle y en el romero podrían influenciar sobre la cantidad de alimento consumido. Sin embargo, con el uso de molle, Perleche (2002), trabajando con pavos de carne, y Leyton (2014), con pollos de carne, no reportaron acción negativa sobre el consumo de alimento; en tanto que, con Romero, en combinación con canela, Morán (2014) encontró consumos

ligeramente por debajo de los encontrados con el testigo; este autor indicó que dadas las mejores condiciones nutricionales al emplear los principios nutracéuticos se permitiría que los pollos satisfagan sus necesidades con menor consumo de alimento.

Es posible que los diferentes principios químicos que contienen el molle y el romero (Ito *et al.*, 1983; Bult *et al.*, 1985; Rampart *et al.*, 1986; Collin y Charles, 1987; Singletary y Nelshoppen, 1991; Ho *et al.*, 1994; Huang *et al.*, 1994; Chan *et al.*, 1995; Newall, 1996; Bandoni, 2000; Lo *et al.*, 2002; Albarracín y Gallo, 2003; Cerpa, 2007) podrían haber conferido al alimento un sabor que permitiera una restricción del consumo en el pollo del período de inicio, pero no sucedió con el tratamiento 4 (con 0.3% de la combinación), por lo que tal posición no fue sostenible.

### 3.2. Peso vivo y Rendimiento de Carcasa

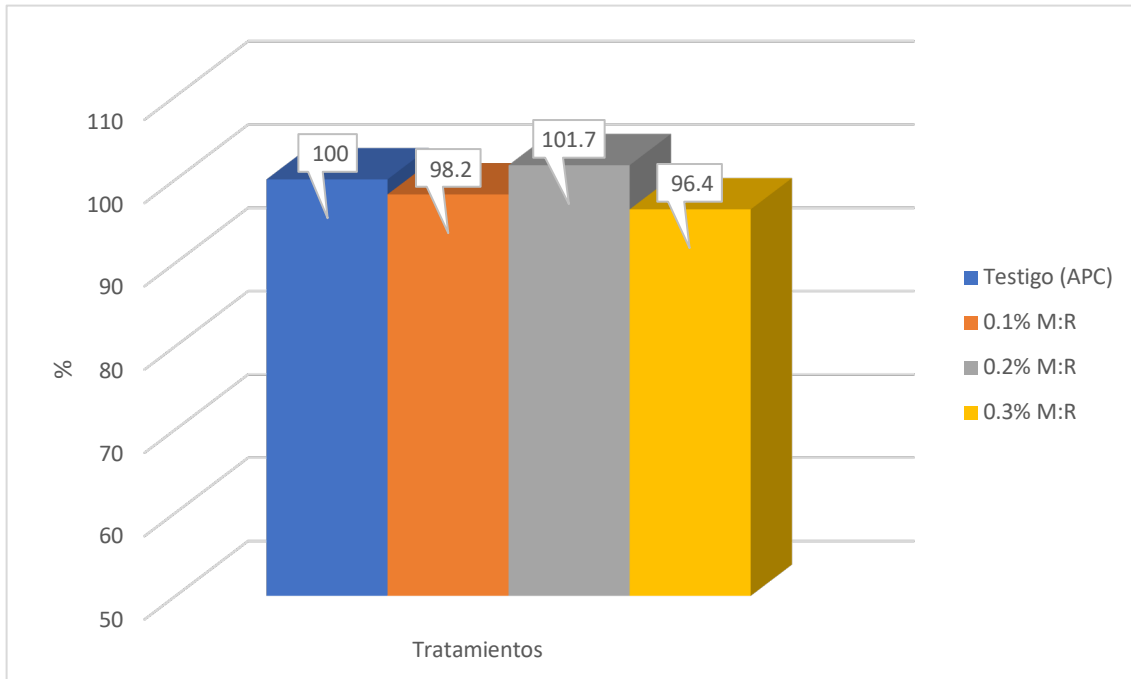
Los resultados referentes al peso vivo e incrementos de peso de pollos de carne que recibieron una combinación de Molle: Romero en el alimento en reemplazo del APC, se presentan en la Tabla 4.

**Tabla 4. Peso vivo, cambios en el peso vivo y rendimiento de carcasa de pollos de carne que recibieron una combinación de Molle (70): Romero (30) en el alimento en reemplazo del APC**

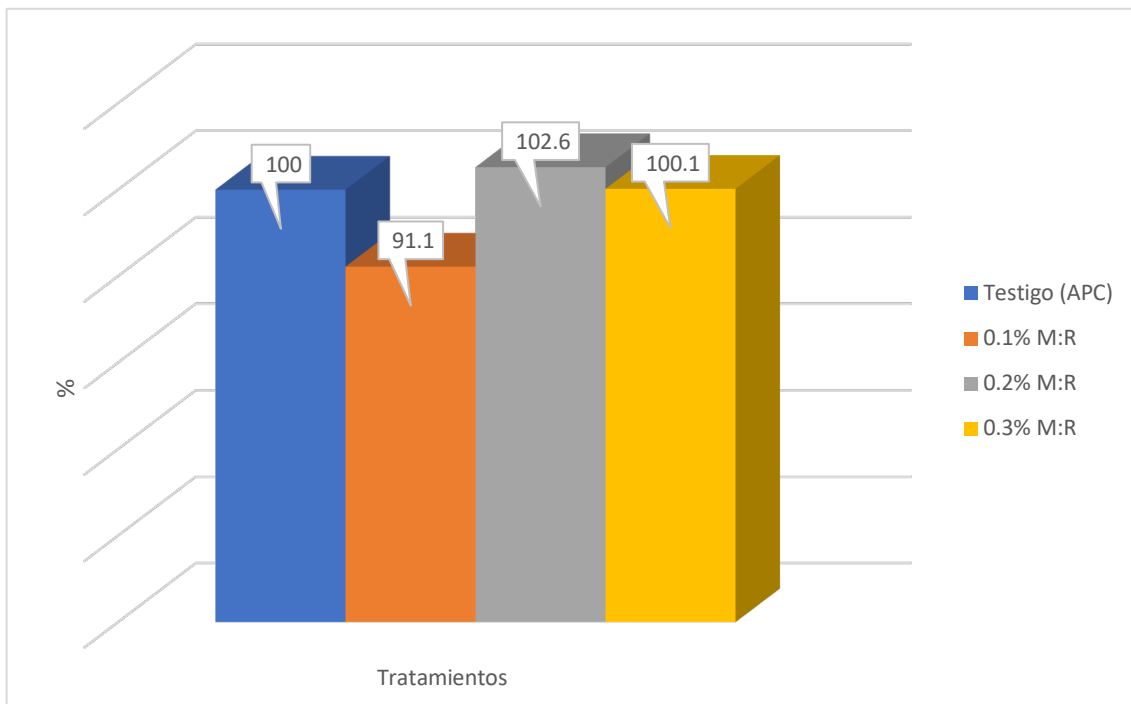
Aspectos	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
Pollos	25	25	25	25
APC en el alimento	Sí	No	No	No
Combinación M: R, %	No	0.1	0.2	0.3
Peso vivo (g/ pollo/ período) en:				
Inicial	44.5	43.9	44.0	43.9
Inicio	392.2 <sup>a</sup>	385.4 <sup>a</sup>	397.6 <sup>a</sup>	379.0 <sup>a</sup>
Crecimiento	1369.6 <sup>a</sup>	1275.4 <sup>a</sup>	1400.4 <sup>a</sup>	1357.6 <sup>a</sup>
Acabado	2659.0 <sup>a</sup>	2498.2 <sup>a</sup>	2707.4 <sup>a</sup>	2506.8 <sup>a</sup>
Cambios en el peso (g/ pollo/ período) en:				
Inicio	347.7	341.5	353.6	335.1
Crecimiento	977.4	890.0	1002.8	978.6
Acabado	1289.4	1222.8	1307.0	1249.2
Acumulado	2614.5	2454.3	2663.4	2562.9
Rendimiento carcasa (%)	83.24 <sup>a</sup>	84.18 <sup>a</sup>	83.64 <sup>a</sup>	83.35 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Letras iguales sobre los promedios indican diferencias no significativas entre tratamientos dentro de periodos (P>0.05)

El análisis estadístico (anexos) indicó no significación estadística para la prueba de Bartlett, así como para el análisis de la varianza.

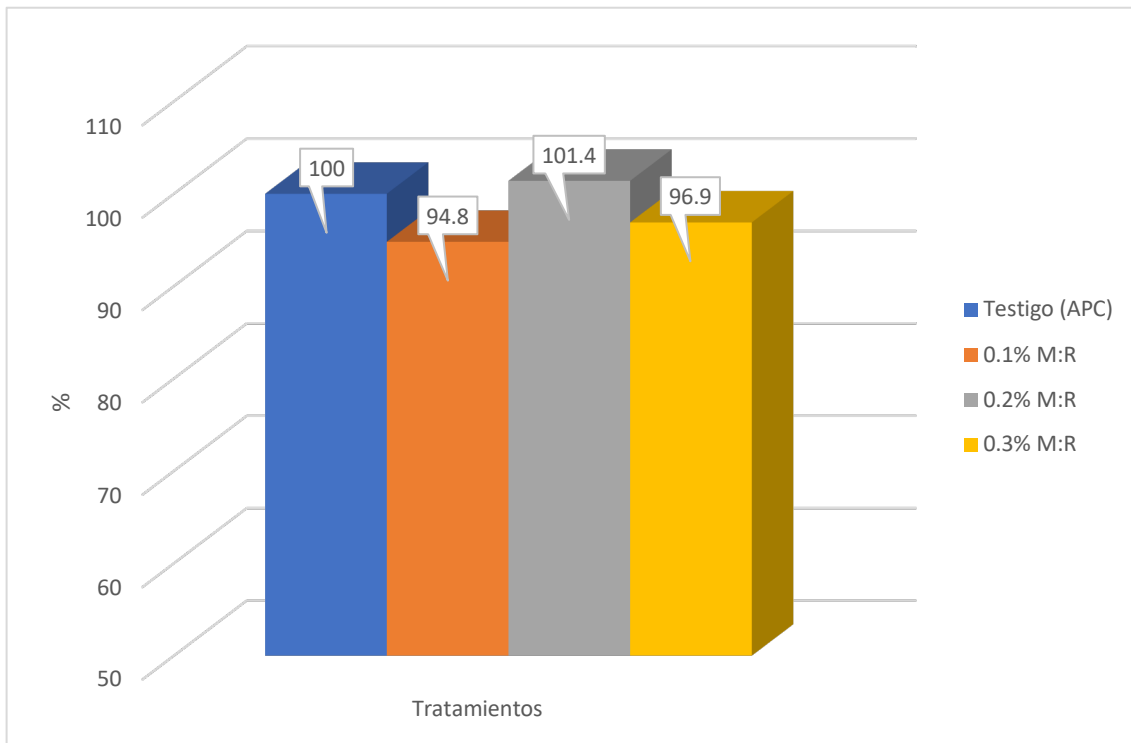


**Figura 1. Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso vivo en el inicio**

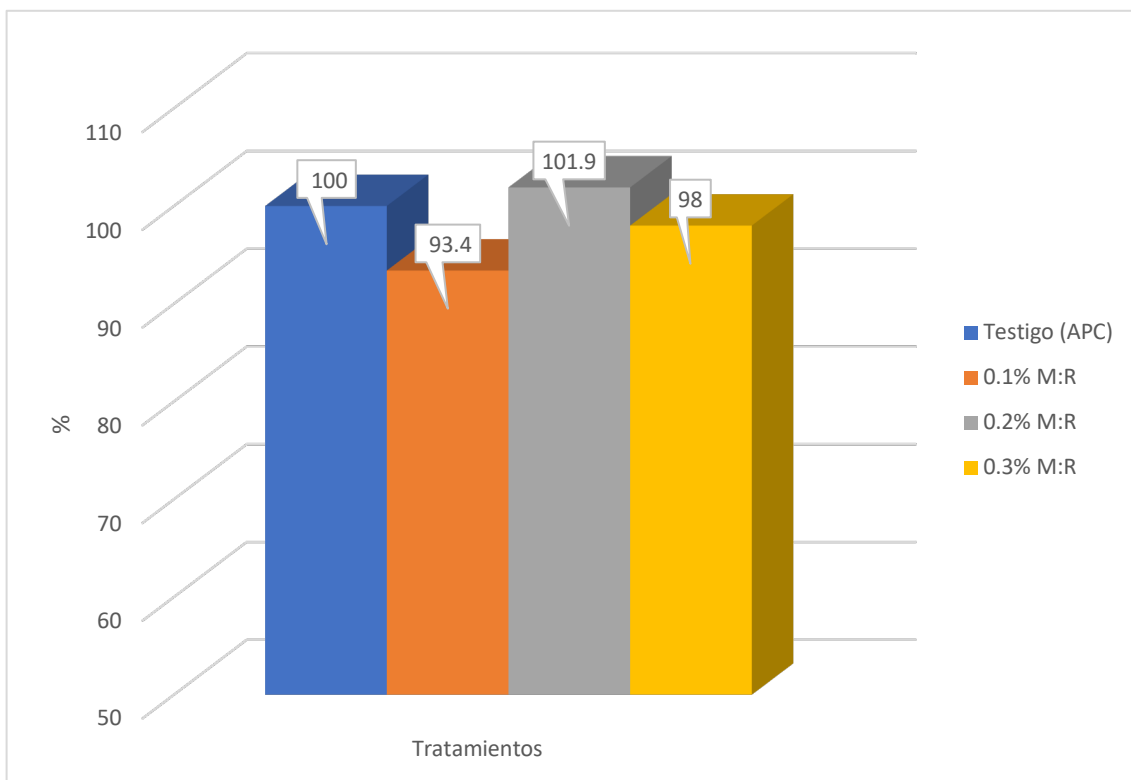


**Figura 2. Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso vivo en el crecimiento**





**Figura 3. Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso vivo en el acabado**



**Figura 4. Comparativo porcentual entre tratamientos para el incremento acumulado de peso vivo**

Realizado el comparativo porcentual entre tratamientos se pudo determinar que

el único tratamiento que se mantuvo consistentemente superior al testigo fue el 3 (0.2% de la combinación), lo que no sucedió con los tratamientos 2 y 4 que, generalmente, estuvieron por debajo (Figuras 1, 2, 3 y 4).

Aún cuando con el peso vivo las diferencias no alcanzaron significación estadística ( $P>0.05$ ), la consistencia del comportamiento del tratamiento 2 indica que este fue el mejor tratamiento; sobre todo si se tiene en consideración que no se empleó APC. Lo cual indica que si se puede reemplazar al antibiótico; sin embargo, será necesario evaluar la combinación molle: romero bajo condiciones de desafío sanitario. Esto es necesario, toda vez que los productores locales insisten en su empleo como medida preventiva frente a la presentación de problemas de tipo patológico en tracto gastrointestinal (TGI).

Resulta evidente que los compuestos químicos presente en el molle y romero permitirían mayor síntesis de tejido muscular en los pollos que recibieron 0.2% de la combinación, lo cual debería reflejarse en el rendimiento de carcasa.

Todos los tratamientos en los que se incluyó la combinación de molle: romero presentaron rendimientos de carcasa por encima del logrado por el testigo, principalmente el tratamiento 2 (0.1% de la combinación) y el tratamiento 3 (0.2% de la combinación), aunque las diferencias no alcanzaron significación estadística ( $P>0.05$ ).

El rendimiento de carcasa superior es explicado por el menor peso que tendría el TGI, permitiendo la disponibilidad de mayor proporción de tejido muscular; sería conveniente realizar investigaciones complementarias en las que se estudie el rendimiento de cortes, principalmente pechuga, para determinar la existencia de un efecto real.

Con todo, la obtención de rendimientos parecidos corrobora lo mencionado anteriormente, que si se puede reemplazar al APC.

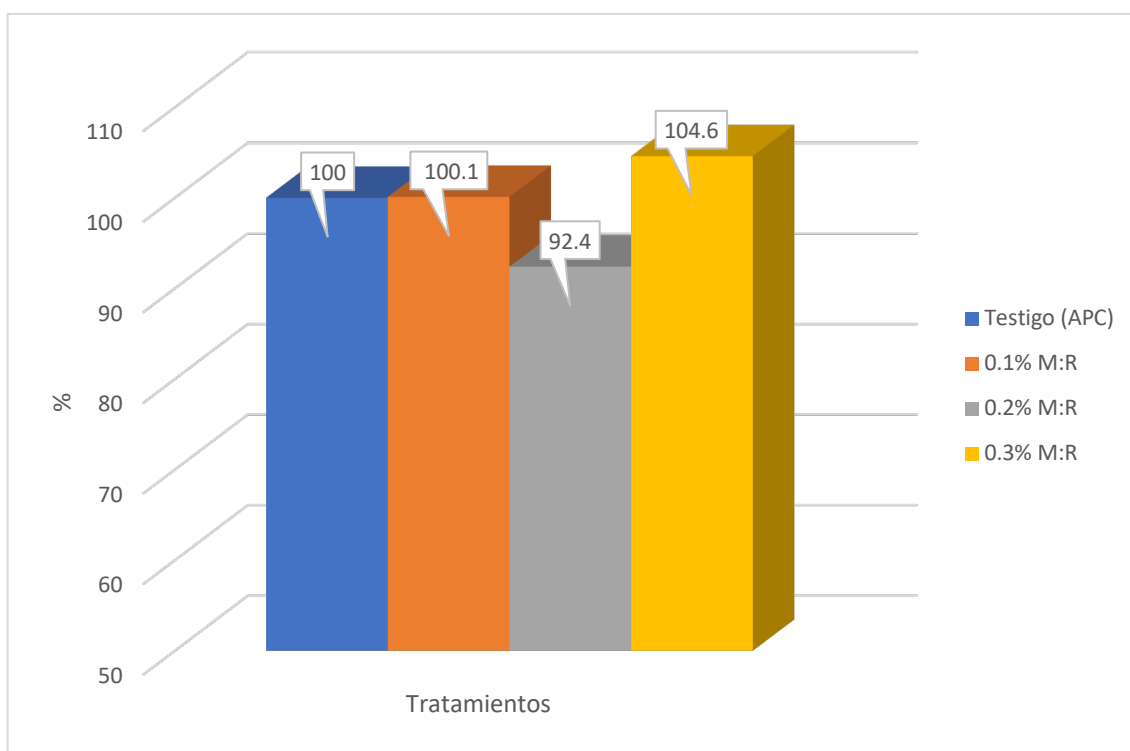
### 3.3. Conversión Alimenticia

Los resultados de conversión alimenticia de pollos de carne que recibieron una combinación de molle y romero en proporción 70: 30 en el alimento se presentan en la Tabla 5.

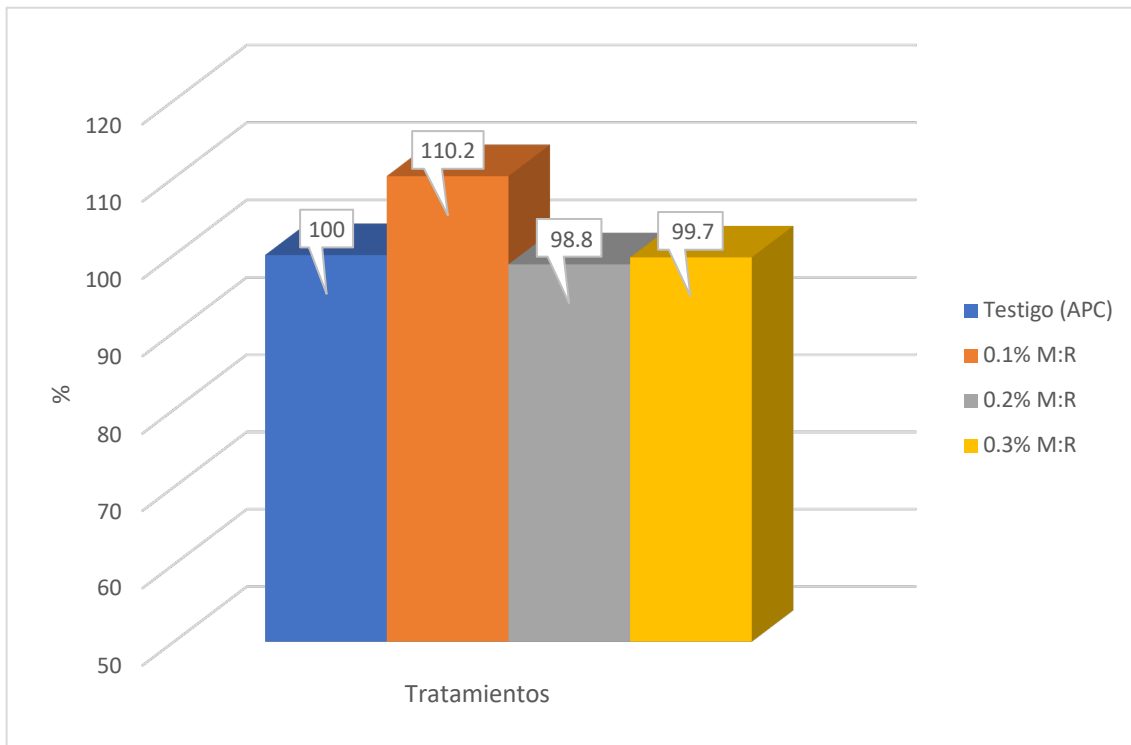
**Tabla 5. Conversión alimenticia de pollos de carne que recibieron combinación de Molle (70): Romero (30) en el alimento en reemplazo del APC**

Aspectos	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
Pollos	25	25	25	25
APC en el alimento	Sí	No	No	No
Combinación M: R, %	No	0.1	0.2	0.3
Conversión alimenticia (kg/ período) en:				
Inicio	1.401	1.403	1.295	1.465
Crecimiento	2.162	2.383	2.136	2.155
Acabado	1.613	1.701	1.591	1.665
Acumulado	1.790	1.907	1.757	1.826

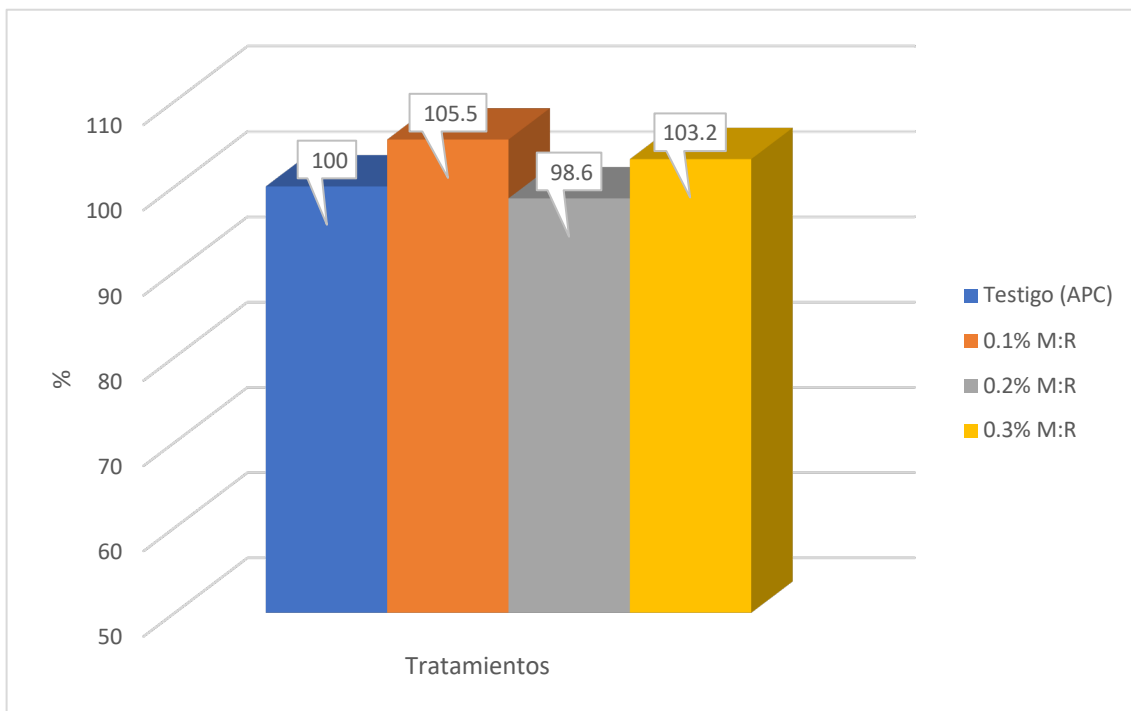
El comparativo porcentual entre tratamientos se presenta en las Figuras 5 a 8.



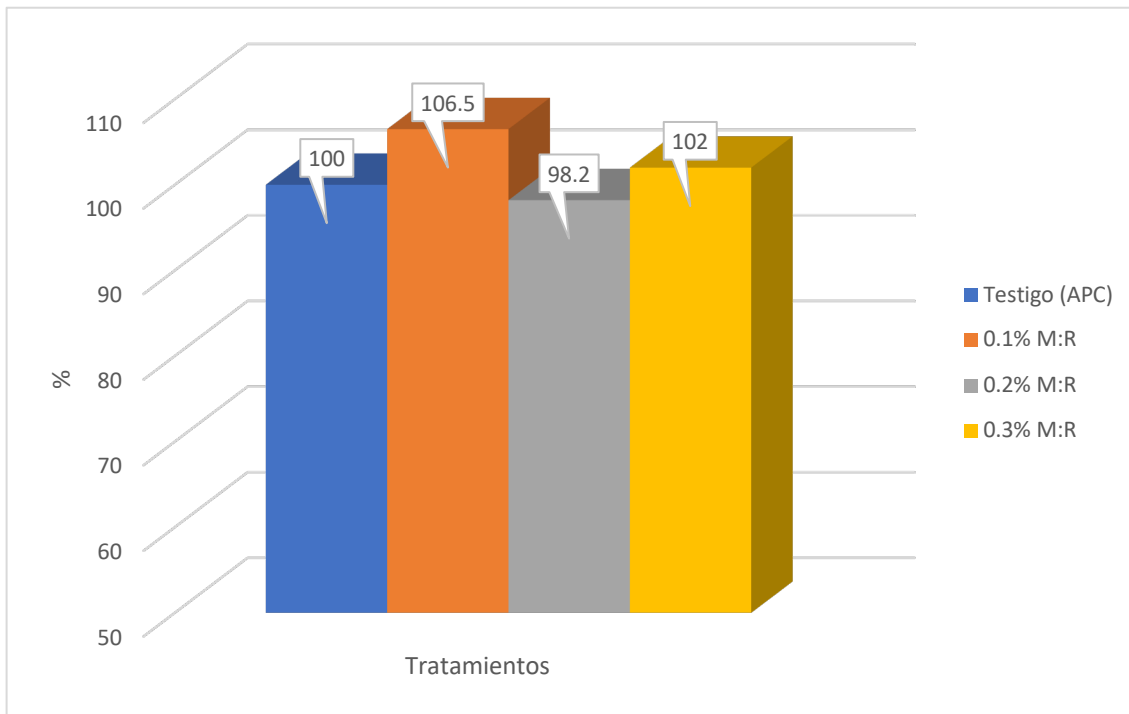
**Figura 5. Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia en inicio**



**Figura 6. Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia en crecimiento**



**Figura 7. Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia en acabado**



**Figura 8. Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia acumulada**

En el período de inicio (Figura 5) la eficiencia de utilización del alimento fue considerablemente mejor en el tratamiento 3 (0.2% de la combinación), llegando a superar al testigo (APC) en 7.6%; el tratamiento 2 se comportó en forma similar y el tratamiento 4 fue 4.6% menos eficiente.

En el período de crecimiento, nuevamente, el tratamiento 3 fue más eficiente que el testigo, pero en este caso en 1.2%; el tratamiento 2 fue menos eficiente en 10.2% y el tratamiento 4 fue, prácticamente, igual.

La tendencia se repitió en el período de acabado, con relación al testigo el tratamiento 3 fue más eficiente en 1.4%, los tratamientos 2 y 4 fueron menos eficientes en 5.5 y 3.2%, respectivamente.

Al considerar la conversión alimenticia acumulada, sólo el tratamiento 3 resultó más eficiente que el testigo en 1.8%, los tratamientos 2 y 4 representaron menor eficiencia en 6.5 y 2%. Estos resultados indicaron que con 0.2% de la combinación de molle y romero se mejoró la conversión alimenticia.

No solo se logró similares incrementos de peso y mejor rendimiento de carcasa, sino que se hizo más eficiente la utilización del alimento para incrementar peso vivo, constituyéndose en una alternativa para el APC.

Como ha sido indicado por los organismos vinculados con la salud (WHO, 2014; CCE, 2018), la resistencia de las bacterias a los antibióticos es una gran amenaza para la salud humana. Se ha estimado que aproximadamente 700,000 personas mueren a causa de infecciones resistentes a los antibióticos y otras estimaciones sugieren que otros 10 millones morirán cada año para 2050 si no se toman las medidas pertinentes; así mismo, se ha indicado que en los Estados Unidos aproximadamente 2 millones de personas padecen una infección por bacterias antibiótico-resistentes lo que causa la muerte de aproximadamente 23,000 por año. Esto es importante, toda vez que los APC han sido vinculados con este problema, por lo que es de trascendencia la realización de investigaciones que permitan obtener una o varias alternativas a su empleo. El problema se agrava porque no todos los antibióticos suministrados en alimentos a humanos y animales son absorbidos, la mayoría se distribuyen como desechos (Pruden *et al.*, 2006; Chee-Sanford *et al.*, 2009).

La acción de los APC se localiza a nivel intestinal, interactuando con las bacterias y ocasionando alguna modificación sobre el epitelio; así, por los resultados obtenidos en el presente ensayo, se puede asumir que la combinación de molle y romero también centraría su acción sobre la microbiota y epitelio intestinales.

Perleche (2002), con pavos, y Leyton (2014), con pollos, encontraron mejoras en la eficiencia de utilización del alimento para incrementar peso vivo al emplear diferentes proporciones de semillas de molle en la dieta. En tanto que Morán (2014) obtuvo también esa mayor eficiencia empleando una combinación de romero y canela, en la que el romero representó el 70%. Según los investigadores citados, los principios

contenidos en estas especies no sólo actúan sobre la microbiota, sino que se dan otras acciones importantes, como es el caso de la antioxidante. Las aves productoras de carne son explotadas en condiciones en las que se propicia la presentación de radicales libres los que serían bloqueados por las sustancias antioxidantes contenidas en el molle y el romero.

La presencia de sustancias con fuerte acción antioxidante ha sido reportada por diferentes investigadores, tanto para el molle (Chirino *et al.*, 2001; Díaz, 2007; Viturro *et al.*, 2010; Zeng Yuequin, 2006) como para el romero (Aruoma *et al.*, 1992; Haraguchi *et al.*, 1995; Huang *et al.*, 1994; Richheimer *et al.*, 1992; Schwarz *et al.*, 1992; Singletary y Nelshoppen, 1991) lo que permite inferir que tal acción es importante para lograr adecuado rendimiento en los pollos del presente experimento.

### 3.4. Mérito Económico

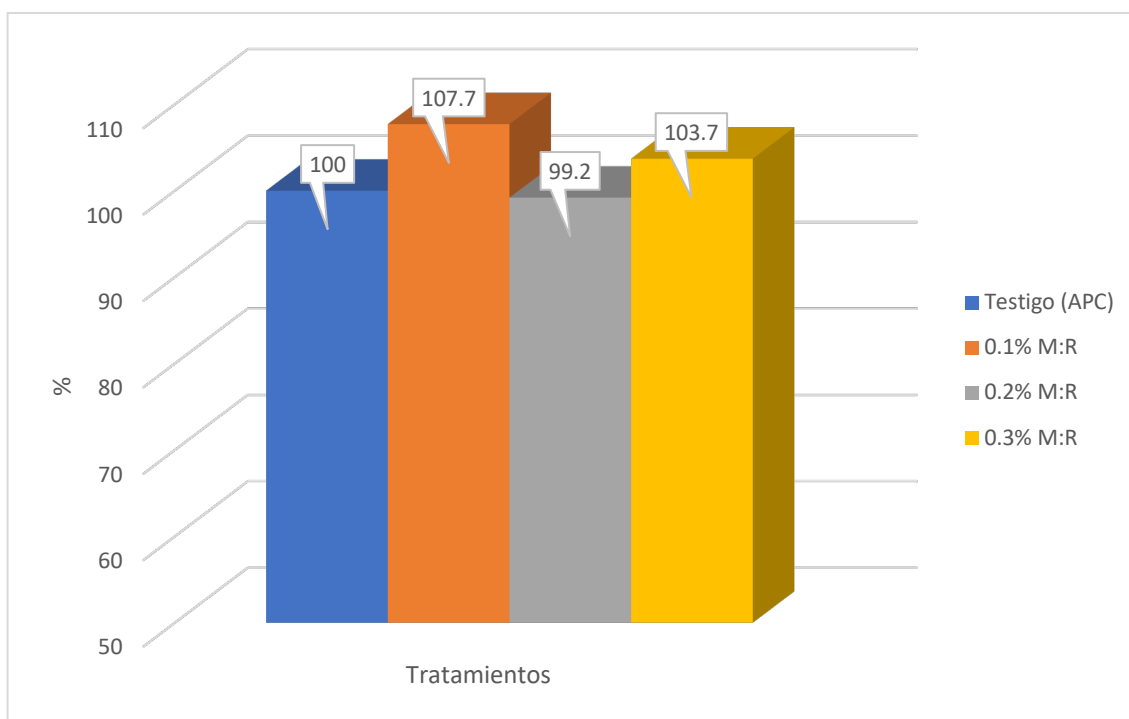
Los resultados de mérito económico de pollos de carne que recibieron una combinación de molle y romero en proporción 70: 30 en el alimento se presentan en la Tabla 6.

**Tabla 6. Mérito económico de pollos de carne que recibieron una combinación de Molle (70): Romero (30) en el alimento en reemplazo del APC**

Aspectos	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
Pollos	25	25	25	25
APC en el alimento	Sí	No	No	No
Combinación M: R, %	No	0.1	0.2	0.3
Gasto (s/) por pollo en alimento durante:				
Inicio	0.779	0.770	0.740	0.797
Crecimiento	3.275	3.305	3.354	3.320
Acabado	3.120	3.137	3.153	3.170
Acumulado	7.174	7.212	7.247	7.287
Mérito económico en:				
Inicio	2.239	2.252	2.090	2.379
Crecimiento	3.352	3.714	3.344	3.391
Acabado	2.421	2.565	2.412	2.538
Acumulado	2.743	2.953	2.721	2.843

Para el cálculo del gasto en alimento en los tratamientos 2, 3 y 4 se tuvo en consideración un costo de 8 soles por kilo de la combinación Molle: Romero.

En la Figura 9 se presenta el comparativo porcentual entre tratamientos para el mérito económico acumulado.



**Figura 9. Comparativo porcentual entre tratamientos para el mérito económico acumulado**

Se notó que el tratamiento 3 fue el único, de los que recibió la combinación molle: romero, que pudo ser más económico que el testigo durante todos los períodos de la crianza y no sólo en el valor acumulado. Este comportamiento consistente en el aspecto económico, concordante con el registrado en las diferentes variables evaluadas, hacen recomendable el empleo de este tratamiento.

Como ya se indicó, es suficiente que los resultados sean similares al testigo para asumir que se puede reemplazar al APC. Probablemente se pueda objetar que la ventaja económica del índice acumulado sólo haya sido de 0.8%; sin embargo, es muy difícil cuantificar de manera económica el hecho de reducir la posibilidad de antibiótico-resistencia y no, necesariamente por falta de herramientas econométricas, sino que la vida de los consumidores no tiene precio.

La incrementada incidencia de la resistencia a los antibióticos hasta en bacterias



comensales es una de las razones que esgrimen los enemigos del consumo de proteína animal para no recomendarlo. Los especialistas han indicado que buena parte de la resistencia se debe al empleo desmesurado y no regulado de antibióticos, aún en situaciones en las que no se necesitan (ej.: en afecciones causadas por virus); sin embargo, no deja de ser llamativo el hecho que indica que una gran cantidad de la producción mundial de antibióticos se destina a las raciones de animales domésticos de interés zootécnico.

Bajo las consideraciones mencionadas, todo mérito económico podría considerarse conveniente; no obstante, el fin principal de todo productor es la búsqueda de rentabilidad, por lo que se recomienda sólo el empleo de la combinación estudiada en la proporción de 0.2%.

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente ensayo se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La presencia de la combinación molle: romero (70: 30) en la dieta de pollos de carne no mostró efectos negativos sobre la cantidad consumida de alimento.
2. Las diferencias entre tratamientos en peso vivo no alcanzaron significación estadística ( $P>0.05$ ); el tratamiento con 0.2% de la combinación mostró un comportamiento consistentemente en mejorar los incrementos de peso vivo, con una ventaja acumulada de 2%.
3. Los tratamientos que recibieron la combinación tendieron a mostrar mayores rendimientos de carcasa que el testigo.
4. La eficiencia de utilización del alimento para incrementar peso vivo fue 1.8% mejor con 0.2% de la combinación en el alimento que con el testigo (APC).
5. El tratamiento con 0.2% de la combinación fue similar en mérito económico con el testigo, indicando que puede reemplazar al antibiótico promotor del crecimiento.

## **RECOMENDACIONES**

- 1.** Emplear 0.2% de la combinación molle: romero (70: 30) por permitir similar rendimiento técnico y económico que el antibiótico promotor del crecimiento, indicándose como una alternativa de reemplazo para los APC.
- 2.** Realizar investigaciones con otras especies de interés zotécnico y en diferentes estados productivos; determinando, además, sus modos de acción sobre los epitelios intestinales, órganos y flora del aparato gastrointestinal.
- 3.** Determinar su efecto sobre la calidad y aceptación de la carne.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Alba, A., Bonilla, P., & Arroyo, J. (2009). Actividad cicatrizante de una pomada con aceite esencial de *Schinus molle* L. en ganado vacuno con heridas infectadas y en ratones. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. [Recuperado en junio de 2014], [Disponible en <http://es.scribd.com/doc/104060254/CIENCIA-E-INVES-2009-1>].
- Albarracín, G. & Gallo, S. (2003). Comparación de dos métodos de extracción de aceite esencial de *Piper aduncum* (cordoncillo) procedente de la zona cafetera. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado en mayo de 2010], [Disponible en <http://www.digital.unal.edu.co/dspace/bitstream/10245/1574/1/gloriacristinaalbaracinmontoya.2003.pdf>.]
- Aruoma, O. I., Halliwell, B., Aeschbach, R., and Löliger, J. (1992). Antioxidant and pro-oxidant properties of active rosemary constituents: carnosol and carnosic acid. *Xenobiotica* 22:257–268.
- Bagchi, D., Bagchi, M., Stohs, S. J., Das, D. K., Ray, S. D., Kuszynski, C. A., Joshi, S. S., & Pruess, H. G. (2000). Free radicals and grape seed proanthocyanidin extract: importance in human health and disease prevention. *Toxicology*, 148: 187-197.
- Bandoni, A., Retta, D., Di Leo Lira, P., y Van Baren, C. (2009). ¿Son realmente útiles los aceites esenciales? Sociedad Latinoamericana de Fitoquímica. [Recuperado en junio de 2010], [Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/856/85611977001.pdf>.]
- Brieskorn, C. H. & Dömling, H. (1969). Carnosolsäure, der wichtige antioxidativ wirksame Inhaltsstoff des Rosmarinund Salbeiblattes. *Z Lebens Unter Fors* 141: 10–16.
- Bult, D., Herman, A. G., & Rampart, M. (1985). Modification of endotoxin-induced haemodynamic and haematological changes in the rabbit by methylprednisolone, F(ab')<sub>2</sub> fragments and rosmarinic acid. *Br. J. Pharmacol.*, 84:317-327.
- Bunge, M. (1972). La Investigación Científica, su Estrategia y su Filosofía. 2da edición. Ediciones Ariel. Barcelona, España.
- Centers for Disease Control and Prevention (2018). What Exactly is Antibiotic Resistance? [online] Available at: <https://www.cdc.gov/drugresistance/about.html> [Accessed 23 Nov. 2018].
- Cerpa, M. (2007). Hidrodestilación de aceites esenciales: Modelado y caracterización. Universidad de Valladolid. [Recuperado en junio de 2010], [Disponible en <http://www.slideshare.net/cercman/hidrodestilacion-de-aceites-esencia-les-modelado-y-caracterizacion-13866893>]
- Chan, M. M., Ho, C. T., & Huang, H. I. (1995). Effects of three dietary phytochemicals from tea, rosemary and turmeric on inflammation-induced nitrite productions. *Cancer Lett.*, 96: 23-29.
- Chee-Sanford, J. C., Mackie, R. I., Koike, S., Krapac, I. G., Lin, Y. F., Yannarell, A. C., Maxwell, S., & Aminov, R. I. (2009). Fate and transport of antibiotic residues and antibiotic resistance genes following land application of manure waste. *J. Environ. Qual.* 38(3):1086-1108. doi: 10.2134/jeq2008.0128.
- Chirino, M., Cariac, M., & Ferrero, A. A. (2001). Actividad insecticida de extractos crudos de drupas de *Schinus molle* L. (Anacardiaceae) sobre larvas neonatas de *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera:Tortricidae). *Bol. San. Veg. Plagas.* 27: 305-314.

- Collin, M. A. & Charles, H. P. (1987). Antimicrobial activity of carnosol and ursolic acid: two anti-oxidant constituents of *Rosmarinus officinalis* L. *Food Microbiol.*, 4:311-315.
- Cook, H. T. & Cattell, V. (1996). Role of nitric oxide in immune-mediated diseases. *Clin. Sci.*, 91: 375-384.
- Cruz-Carrillo, A., Rodríguez, N., & Rodríguez, C. E. (2010). Evaluación *in vitro* del efecto antibacteriano de los extractos de *Bidens pilosa*, *Lantana camara*, *Schinus molle* y *Silybum marianum*. *Rev. U.D.CA Act. & Div. Cient.*, 13(1): 117-124.
- Díaz, O. (2007). Estudio comparativo de la composición química y evaluación de la actividad antioxidante del aceite esencial de *Aloysia triphylla* (L' Her) Britton, cultivada en tres regiones de Colombia. Universidad Industrial de Santander. [Recuperado en julio de 2010], [Disponible en <http://cromatografia.uis.edu.co/cromatografia/investigacion/cibimol/tesis%20cibimol/Olga%20Liliana%20D%C3%ADaz.pdf>]
- Dikshit, A. (1986). *Schinus molle*: a new source of natural fungi toxicant. *Appl. Environ. Microbiol.*, 51: 1085–1088.
- Guerra, M., Rodríguez, J., García, G., & Llerena, C. (2004). Actividad antimicrobiana del aceite esencial y crema de *Cymbopogon citratus* (DC). Stapf. Centro de Investigación y Desarrollo de Medicamentos de La Habana. [Recuperado en mayo de 2010], [Disponible en [http://bvs.sld.cu/revistas/pla/vol9\\_2\\_04/pla05204.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/pla/vol9_2_04/pla05204.htm)]
- Halliwell, B. (1994). Free radicals, antioxidants and human disease: curiosity, cause, or consequence? *Lancet*, 344: 721-724.
- Haraguchi, H., Saito, T., Okamura, N., & Yagi, A. (1995). Inhibition of lipid peroxidation and superoxide generation by diterpenoids from *Rosmarinus officinalis*. *Planta Med.*, 61: 333–336.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación. 5ta edición. McGraw-Hill/ Interamericana Editores S.A. de C.V. Impreso en Chile.
- Hibbs, J. B. Jr., Taintor, R. R., & Vavrin, Z. (1987). Macrophage cytotoxicity: role for L-arginine deiminase and imino nitrogen oxidation to nitrite. *Science*, 235: 473-476.
- Ho, C.-T., Ferraro, T., Chen, Q., Rosen, R. T., & Huang, M. -T. (1994). Phytochemicals in teas and rosemary and their cancer preventive properties. In: Food Phytochemycals for Cancer Prevention. 2. (HO, C.-T., T. OSAWA, M.-T. HUANG and R. T. ROSEN., Eds.) American Chemical Society Symposium Series, 547. American Chemical Society. Washington, D.C. pp. 2-19.
- Huang, M., Ho, C., Wang, Z. Y., Ferraro, T., Lou, Y., Stauber, K., Ma, W., Georgiadis, C., Laskin, J. D., & Conney, A. H. (1994). Inhibition of skin tumorigenesis by rosemary and its constituents carnosol and ursolic acid. *Cancer Res.* 54: 701–708.
- Ito, N., Fukushima, S., Hagiwara, A., Shibata, M., & Ogiso, T. (1983). Carcinogenicity of butylated hydroxyanisole in F344 rats. *J. Natl. Cancer Inst.*, 70: 343-352.
- Kehrer, J. P. (1993). Free radicals as mediators of tissue injury and disease. *Crit. Rev. Toxicol.*, 23: 21-48.
- Kilbourn, R. G., Gross, S. S., Jubran, A., Griffith, O. W., Levi, R., & Lodato, R. F. (1990). NG-methyl-L-arginine inhibits tumor necrosis factor-induced hypotension: implications for the involvement of nitric oxide. *Proc. Natl. Acad. Sci., USA.* 87: 3629-3632.
- Leyton, C. (2014). Semillas de molle (*Schinus molle*) en la dieta de pollos de carne.

- Tesis Ing. Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Liang, Y. C., Huang, Y. T., Tsai, S. H., Lin-Shiau, S. Y., Chen, C. F., and Lin, J. K. (1999). Suppression of inducible cyclooxygenase and inducible nitric oxide synthase by apigenin and related flavonoids in mouse macrophages. *Carcinogenesis*, 20: 1945-1952.
- Lin, Y. L. & Lin, J. K. (1997). (-)Epigallocatechin-3-gallate blocks the induction of nitric oxide synthase by down-regulating lipopolysaccharide-induced activity of transcription factor nuclear factor-kappa B. *Mol. Pharmacol.*, 52: 465-472.
- Liu, R. H. & Hotchkiss, J. H. (1995). Potential genotoxicity of chronically elevated nitric oxide: a review. *Mutat. Res.*, 339: 73-89.
- Llanos, S. (2012). Extracción y caracterización del aceite esencial de molle (*Schinus molle* L.) Tesis Ing. Ind. Alimentarias. Facultad de Ciencia Agropecuarias, Universidad Nacional “Jorge Basadre Grohmann”. Tacna, Perú.
- Lo, A.-H., Liang, Y. -C., Lin Shiau, S. -Y., Ho, C. -T., & Lin J. -K. (2002). Carnosol, an antioxidant in rosemary, suppresses inducible nitric oxide synthase through down-regulating nuclear factor- $\kappa$ B in mouse macrophages. *Carcinogenesis*, 23 (6): 983-991.
- Lowenstein, C.J., Alley, E. W., Raval, P., Snowman, A. M., Snyder, S. H., Russell, S. W., & Murphy, W. J. (1993). Macrophage nitric oxide synthase gene: two upstream regions mediate induction by interferon gamma and lipopolysaccharide. *Proc. Natl. Acad. Sci., USA*. 90: 9730-9734.
- Lowenstein, C. J. and Snyder, S. H. (2002). Nitric oxide, a novel biologic messenger. *Cell*, 70: 705-707.
- Luis, J. G. (1991). Chemistry, biogenesis, and chemotaxonomy of the diterpenoids of *Salvia*. In: Ecological Chemistry and Biochemistry of Plant Terpenoids. (J. B. Harborne, F. A. Tomas-Barberan, eds.) Clarendon Press, Oxford, pp 63–82.
- Luis J. G., Quiñones, W., Grillo, T. A., & Kishi, M. P. (1994). Diterpenes from the aerial part of *Salvia columbariae*. *Phytochemistry* 35: 1373–1374.
- McDowell, L. R., Conrad, J. H., Thomas, J. E., & Harris, L. E. (1974). Latin American Tables of Feed Composition. University of Florida. Gainesville, Florida, USA.
- Miller, M. J., Sadowska-Krowicka, H., Chotinaruemol, S., Kakkis, J. L., & Clark, D. A. (1993). Amelioration of chronic ileitis by nitric oxide synthase inhibition. *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 264: 11-16.
- Moncada, S., Palmer, R. M., & Higgs, E. A. (1991). Nitric oxide: Physiology, pathophysiology, and pharmacology. *Pharmacol. Rev.*, 43: 109-142.
- Morán, J. (2014). Romero (*Rosmarinus officinalis*) y Canela (*Cinnamomum zeylanicum*), en proporción 70: 30, en la dieta de pollos de carne. Tesis. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Munné-Bosch, S. & Alegre, L. (2000). Changes in carotenoids, tocopherols and diterpenes during drought and recovery, and the biological significance of chlorophyll loss in *Rosmarinus officinalis* plants. *Planta* 210: 925–931.
- Munné-Bosch, S. & Alegre, L. (2001). Subcellular compartmentation of the diterpene carnosic acid and its derivatives in the leaves of rosemary. *Plant Physiology*, 125: 1094-1102.
- Munné-Bosch, S., Schwarz, K., & Alegre, L. (1999). Enhanced formation of atocopherol and highly oxidized abietane diterpenes in water-stressed rosemary plants. *Plant Physiol.*, 121: 1047–1052.

- Nathan, C. (1992). Nitric oxide as a secretory product of mammalian cells. *FASEB J.*, 6:3051-3064.
- Newall, C. A. (1996). Herbal Medicines- A Guide for Health Care Professionals. The Pharmaceutical Press. London, UK.
- Nguyen, T., Brunson, D., Crespi, C. L., Penham, B. W., Wishnok, J. S., & Tannenbaum, S. R. (1992). DNA damage and mutation in human cells exposed to nitric oxide *in vitro*. *Proc. Natl. Acad. Sci., USA.* 89: 3030-3034.
- Ohshima, H. & Bartsch, H. (1994). Chronic infections and inflammatory processes as cancer risk factor: possible role of nitric oxide in carcinogenesis. *Mutat. Res.*, 305: 253-254.
- Ostle, B. 1979. Estadística Aplicada. Limusa. México.
- Perleche, F. (2002). Semillas de molle (*Schinus molle*) en la dieta de pavos en crecimiento (5 – 12 semanas de edad) y su efecto sobre el rendimiento. Tesis. Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Pruden, A., Pei, R., Storteboom, H., & Carlson, K. H. (2006). Antibiotic resistance genes as emerging contaminants: Studies in northern Colorado. *Environ. Sci. Technol.* 40, 7445–7450. doi:10.1021/es0604131
- Rampart, M., Beetens, J. R., Bult, H., Herman, A. G., Parnham, M. J., & Winkelmann, J. (1986). Complement-dependent stimulation of prostacyclin biosynthesis: inhibition by rosmarinic acid. *Biochem. Pharmacol.*, 35: 1397-1400.
- Richheimer, S. L., Bailey, D. T., Bernart, M. W., Kent, M., Vininski, J. V., and Anderson, L. D. (1999). Antioxidant activity and oxidative degradation of phenolic compounds isolated from rosemary. *Recent Res. Dev. Oil Chem.*, 3: 45–58.
- Sánchez Chopa, C., Alzogaray, R., & Ferrero, A. A. (2006). Repellency of *Schinus molle* var. *areira* (Anacardiaceae) essential oils to the german cockroach (Blattodea: Blattellidae). BioAssay on line, [www.bioassay.org.br/articles/1.6](http://www.bioassay.org.br/articles/1.6). [Consultado: junio de 2014].
- Scheffler, E. 1982. Bioestadística. Fondo Educativo Interamericano. EE. UU. de N. A.
- Schwarz, K., Ternes, W., & Schmauderer, E. (1992). Antioxidative constituents of *Rosmarinus officinalis* and *Salvia officinalis*: III. Stability of phenolic diterpenes of rosemary extracts under thermal stress as required for technological processes. *Z Lebens Unter Fors.* 195: 104–107.
- Singletary, K. W., & Nelshoppen, J. M. (1991). Inhibition of 7,12-dimethylbenzanthracene- (DMBA) induced mammary tumorigenesis and of *in vivo* formation of mammary DMBA-DNA adducts by rosemary extract. *Cancer Lett.* 60: 169–175.
- Tsai, S. H., Lin-Shiau, S. Y., & Lin, J. K. (1999). Suppression of nitric oxide synthase and the down-regulation of the activation of NFkappaB in macrophages by resveratrol. *Br. J. Pharmacol.*, 126: 673-680.
- Vargas, A. & Bottia, E. (2008). Estudio de la composición química de los aceites esenciales de seis especies vegetales cultivadas en los Municipios de Bolívar y el Peñón. Universidad Industrial de Santander. [Recuperado en mayo de 2010], [Disponible en <http://cromatografia.uis.edu.co/cromatografia/investigacion/cibimol/tesis%20cibimol/Edwin%20Bottia%20y%20Adriana%20Vargas.pdf>.]
- Vásquez, O., Alva, A., & Marreros, J. (2001). Extracción y caracterización del aceite esencial de jengibre (*Zingiber officinale*). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. [Recuperado en diciembre de 2010], [Disponible en

- <http://www.unapiquitos.edu.pe/links/facultades/alimentarias/v1/6.pdf>]
- Vituro, C., Bandoni, A., Dellacassa, E., Serafini, L., & Elder, H. (2010). Normalización de productos naturales obtenidos de especies de la flora aromática latinoamericana - Problemática Schinus en Latinoamérica. Proyecto CYTED IV.20. [Recuperado en agosto de 2011], [Disponible en <http://www.pucrs.br/edipucrs>]
- WIKIPEDIA. (2019). Schinus molle. [Recuperado en junio de 2014] [Disponible en [es.wikipedia.org/wiki/Schinus\\_molle](https://es.wikipedia.org/wiki/Schinus_molle)]
- WIKIPEDIA. (2019). *Rosmarinus officinalis*. La Enciclopedia Libre. Wikipedia Foundation, Inc.
- Wink, D. A., Kasprzak, K. S., Maragos, C. M., Eléspuru, R. K., Misra, M., Dunams, T. M., Cebula, T. A., Koch, W. H., Andrews, A. W., & Allen, J. S. (1991). DNA dominating ability and genotoxicity of nitric oxide and its progenitors. *Science*, 254: 1001-1003.
- World Health Organization (WHO) (2014). Antimicrobial resistance: global report on surveillance. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx). Schinus molle: Anacardiaceae. [Recuperado en junio de 2014] [Disponible en [www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/3-anaca4m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/3-anaca4m.pdf)]
- Xie, K. & Fidler, I. J. (1998). Therapy of cancer metastasis by activation of the inducible nitric oxide synthase. *Cancer Metastasis Rev.*, 17: 55-75.
- Yelasco-Negueruela, A. (1995). Medicinal Plants from Pampallakta: a n Andean Community in Cuzco (Peru). *Fitoterapia* 66 (5): 447-462.
- Zeng Yueqin. (2006). Identificación y actividad farmacológica de principios de especies antiinflamatorias. Universidad de Valencia. [Recuperado en mayo de 2010], [Disponible en [http://www.tesisenxarxa.net/TESIS\\_UV/AVAILABLE/TDX0403108115541//yueqin.pdf](http://www.tesisenxarxa.net/TESIS_UV/AVAILABLE/TDX0403108115541//yueqin.pdf).]



## ANEXOS

### Anexo 1. Prueba de homogeneidad de varianzas con los pesos a los 14 días

Muestra	SC <sub>i</sub>	GL	S <sup>2</sup> <sub>i</sub>	log <sub>10</sub> S <sup>2</sup> <sub>i</sub>	GL x log <sub>10</sub> S <sup>2</sup> <sub>i</sub>
1	50304	24	2096.00	3.3214	79.7134
2	47746	24	1989.42	3.2987	79.1642
3	61006	24	2541.92	3.4052	81.7239
4	51850	24	2160.42	3.3345	80.0289
Suma	210906	96	-----	-----	320.6304

$$S^2 = 2196.94$$

$$B = 320.8145$$

$$\chi^2 = 0.42^{NS}$$

Varianzas homogéneas

### Anexo 2. Análisis de la varianza con el peso vivo obtenido al finalizar el período de inicio

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signific.
Media	15097110.25	1	-----		
Tratamientos	4908.75	3	1636.3	<1	NS
Residual	210906.00	96	2196.9		
TOTAL	15312925.00	100			

CV=12.1%

### Anexo 3. Prueba de homogeneidad de varianzas con los pesos a los 28 días

Muestra	SC <sub>i</sub>	GL	S <sup>2</sup> <sub>i</sub>	log <sub>10</sub> S <sup>2</sup> <sub>i</sub>	GL x log <sub>10</sub> S <sup>2</sup> <sub>i</sub>
1	600495.83	23	26108.51	4.4168	101.5860
2	623417.48	22	1989.42	4.4524	97.9518
3	504196.00	24	2541.92	4.3224	103.7373
4	958906.00	24	2160.42	4.6016	110.4376
Suma	2687015.31	93	-----	-----	320.6304

$$S^2 = 28892.64$$

$$B = 414.8532$$

$$\chi^2 = 2.63^{NS}$$

Varianzas homogéneas

### Anexo 4. Análisis de la varianza con peso vivo obtenido al finalizar el período de crecimiento

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signific.
Media	177333729.00	1	-----		
Tratamientos	201751.69	3	67250.56	2.33	NS
Residual	2687015.31	93	28892.64		
TOTAL	180222496.00	97			

CV=12.6%

Anexo 5. Prueba de homogeneidad de varianzas con los pesos a los 42 días

Muestra	SC <sub>i</sub>	GL	S <sup>2</sup> <sub>i</sub>	log <sub>10</sub> S <sup>2</sup> <sub>i</sub>	GL x log <sub>10</sub> S <sup>2</sup> <sub>i</sub>
1	1484200	24	61841.67	4.7913	114.9908
2	4392494	24	183020.58	5.2625	126.3000
3	1972856	24	82202.33	4.9149	117.9572
4	2915744	24	121489.33	5.0845	122.0289
Suma	10765294	96	-----	-----	481.2769

$$S^2 = 112138.48$$

$$B = 484.7765$$

$$\chi^2 = 8.06^*$$

Varianzas heterogéneas

Anexo 6. Análisis de la varianza con peso vivo obtenido al finalizar el período de acabado

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signific.
Media	685313862.30	1	-----		
Tratamientos	603768.70	3	201256.23	1.8	NS
Residual	10765294.00	96	112138.48		
TOTAL	696682925.00	100			

CV=12.8%