

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

**Suplementación de Dysantic® (*Thymus vulgaris* + *Ceratonia siliqua*) en la
dieta de pollos de carne criados en Imacita, región Amazonas**

TESIS

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

INGENIERO ZOOTECNISTA

por

SKINNER OSWALDO ROMERO OLIVARES

Lambayeque

PERÚ

2018

Suplementación de Dysantic® (*Thymus vulgaris* + *Ceratonia siliqua*) en la dieta de pollos de carne criados en Imacita, región Amazonas

TESIS

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

INGENIERO ZOOTECNISTA

por

SKINNER OSWALDO ROMERO OLIVARES

**Sustentada y aprobada ante el
siguiente jurado**

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

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

**Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr. C. -----
Vocal**

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

DEDICATORIA

Principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, GILMER OSWALDO ROMERO SUÁREZ y ROSA VICTORIA OLIVARES AGUILAR, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años; gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que tanto anhelé. Tengo mucho orgullo y me siento privilegiado de ser su hijo, ¡son los mejores padres!

A mis hermanos (as) por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todas las personas que me apoyaron e hicieron que el trabajo se realice con éxito, en especial a aquellos que me abrieron sus puertas y me compartieron sus conocimientos.

S.O.R.O.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, al Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr. C., patrocinador de esta tesis, por creer en este proyecto, apoyarme de manera personal y alentarme hasta la conclusión del trabajo.

A la firma Phartec SAC, por darme las facilidades en la utilización de uno de los productos de su cartera y que considero tendrá un efecto importante en la producción de animales de interés zootécnico y permitirá que los pobladores de las zonas rurales puedan consumir alimentos de calidad, como en cualquier parte del mundo.

Al Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Tsamajain – Chiriaco, por haber sido parte de mi proyecto, en lo que respecta a la prueba de degustación de la carne.

A la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, en general, y a la Facultad de Ingeniería Zootecnia, en particular, por permitir mi formación profesional, a cada uno de los profesores que fueron parte de este proceso y por su rol con las generaciones venideras.

A todos los que lean el presente trabajo, por permitirme incurrir dentro de su bagaje de conocimientos.

S.O.R.O.

INDICE

N° Capítulo	Título del Capítulo	N° Pág.
I	INTRODUCCIÓN	01
II	REVISIÓN DE LITERATURA	04
	2.1. El Tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>) y el Algarrobo Europeo (<i>Ceratonia siliqua</i>)	04
	2.2. Extractos de Plantas (EP)	11
	2.3. Efectos de los EP en los Animales	12
	2.3.1. Efectos antimicrobianos	12
	2.3.2. Efectos antiinflamatorios	14
	2.3.3. Efectos antioxidantes	15
III	MATERIAL Y MÉTODOS	17
	3.1. Localización y Duración	17
	3.2. Tratamientos Evaluados	18
	3.3. Material y Equipo Experimental	18
	3.3.1. Pollo	18
	3.3.2. Alimento	18
	3.3.3. Instalaciones y equipo	19
	3.4. Descripción de la Metodología	20
	3.4.1. Diseño de contrastación de las hipótesis	20
	3.4.2. Técnicas experimentales	20
	3.4.3. Variables evaluadas	22
	3.4.4. Evaluación estadística	22
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
	4.1. Consumo de Alimento	23
	4.2. Peso Vivo e Incrementos	24
	4.3. Conversión Alimenticia	29
	4.4. Mérito Económico	33
	4.5. Aceptación de la Carne	34
V	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
VI	RESUMEN	38
VII	BIBLIOGRAFÍA CITADA	39
VIII	APÉNDICE	47

INDICE DE TABLAS

N° Tabla	Título de la tabla	N° Pág.
3.1.	Composición porcentual de insumos de la ración testigo según edades	19
4.1.	Consumo de alimento de pollos de carne que recibieron en el alimento un producto comercial de extractos de tomillo y algarrobo europeo en Imacita, Amazonas	23
4.2.	Peso vivo e incrementos de peso de pollos de carne que recibieron en el alimento un producto comercial de extractos de tomillo y algarrobo europeo en Imacita, Amazonas	24
4.3.	Conversión alimenticia en pollos de carne que recibieron en el alimento un producto comercial de extractos de tomillo y algarrobo europeo en Imacita, Amazonas	29
4.4.	Mérito económico en pollos de carne que recibieron en el alimento un producto comercial de extractos de tomillo y algarrobo europeo en Imacita, Amazonas	33
4.5.	Grado de aceptación de la carne de pollos que recibieron un producto comercial con extractos de tomillo y algarrobo europeo en la dieta en Imacita, Amazonas	35

INDICE DE FIGURAS

N° Figura	Título de la figura	N° Pág.
4.1.	Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso en el Inicio	25
4.2.	Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso en el Crecimiento	25
4.3.	Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso en el Acabado	26
4.4.	Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento acumulado de peso	26
4.5.	Regresión de los incrementos de peso del Acabado sobre los tratamientos	28
4.6.	Regresión de los incrementos acumulados de peso sobre los tratamientos	28
4.7.	Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia en el Inicio	31
4.8.	Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia en el Crecimiento	31
4.9.	Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia en el Acabado	32
4.10.	Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia acumulada	32
4.11.	Comparativo porcentual entre tratamientos para mérito económico acumulado	34
4.12.	Línea de regresión ajustada para la aceptación de la carne según tratamientos	35

INDICE DEL APÉNDICE

N° Apéndice	Título del apéndice	N° Pág.
01	Prueba de normalidad con el peso inicial	47
02	Prueba de homocedasticidad con el peso inicial	47
03	Prueba de normalidad con los incrementos de peso en el Inicio	48
04	Prueba de homocedasticidad con los incrementos de peso en el Inicio	48
05	Análisis de varianza con los incrementos de peso en el Inicio	49
06	Prueba de normalidad con los incrementos de peso en el Crecimiento	50
07	Prueba de homocedasticidad con los incrementos de peso en el Crecimiento	50
08	Análisis de varianza con los incrementos de peso en el Crecimiento	51
09	Prueba de normalidad con los incrementos de peso en el Acabado	52
10	Prueba de homocedasticidad con los incrementos de peso en el Acabado	52
11	Análisis de la varianza con los incrementos de peso en el Acabado	53
12	Análisis de varianza de la regresión de los incrementos de peso en el Acabado sobre los tratamientos	54
13	Prueba de normalidad con los incrementos acumulados de peso	54
14	Prueba de homocedasticidad con los incrementos acumulados de peso	55
15	Análisis de varianza con los incrementos acumulados de peso	55
16	Análisis de varianza de la regresión de incrementos acumulados de peso sobre tratamientos	56
17	Prueba de normalidad con la aceptación de la carne	57
18	Prueba de homocedasticidad con la aceptación de la carne	57
19	Análisis de varianza con la aceptación de la carne	58
20	Análisis de varianza de la regresión con la aceptación sobre tratamientos	59

I. INTRODUCCIÓN

La producción avícola cada vez más se está encaminando hacia la obtención de productos orgánicos y seguros para la salud de los consumidores; dentro de este contexto de organicidad y seguridad de la salud ya no es sostenible la utilización de antibióticos promotores del crecimiento (APC); aun cuando con ellos se llegó a la obtención de producciones tan elevadas como nunca antes se había visto. Dejar de emplear los APC implica determinar una alternativa que permita sostener las producciones que se habían logrado con ellos, lo que se intensifica cuando la explotación se realiza en ambientes difíciles para la mejor expresión de los procesos productivos en donde se dan elevadas temperatura y humedad relativa.

En la producción del pollo de carne está sucediendo algo parecido a la explotación de las vacas para leche, el cosmopolitismo. Se está introduciendo en lugares, que hasta hace relativamente poco se pensó que eran inadecuados para la producción del pollo debido a condiciones ambientales que ocasionan estrés en los animales; el estrés provoca la manifestación de una serie de complicaciones orgánicas y se necesita de principios que, de alguna manera, puedan controlarlos. Como es el caso de los anti-oxidantes y anti-inflamatorios naturales.

En diferentes partes del mundo se vienen desarrollado productos comerciales en los que se combinan dos o más especies vegetales que han mostrado acción bactericida o bacteriostática, además de poseer efecto anti-oxidante, anti-inflamatorio y abastecer de prebióticos, entre otras acciones; sin embargo, es necesario validar su efecto no sólo sobre el aspecto productivo sino también sobre la carne obtenida y explicar el porque de su efecto sobre la producción de los pollos de carne. Así, la alta densidad de crianza, el elevado consumo de los alimentos altamente nutritivos y las condiciones ambientales tropicales generan las condicione ideales para un incremento de las poblaciones bacterianas de tipo patógeno que existen en el intestino de los pollos de carne, producción

de radicales libres y de principios inflamatorios, tal situación atentaría en contra del rendimiento y calidad de vida de los animales; debido a que ya no debe utilizarse APC es necesario determinar una alternativa para controlar la flora intestinal y continuar obteniendo elevados rendimientos, además de atrapadores de radicales libres y neutralizadores de principios que provoquen inflamación.

El Tomillo y el algarrobo europeo han demostrado poseer acción de control de las poblaciones de bacterias negativas y otras propiedades a favor del organismo y del rendimiento. Siendo necesario evaluarlos para determinar el grado de su efecto sobre el rendimiento en ambientes tropicales como el oriente nor-peruano, como es el caso de Imacita en donde la temperatura media anual es de 25.1°C, variando entre 20 y 30°C, y sin considerar la utilización de APC en el alimento.

Existiendo en el mercado un producto comercial que combina extractos de tomillo y de semillas de algarrobo europeo es pertinente preguntar: ¿podrá evaluarse y explicarse el rendimiento de los pollos de carne criados en un ambiente de trópico húmedo con la utilización de un producto comercial que contiene extractos de tomillo y de semillas de algarrobo europeo en la dieta, sin emplear APC?

Para responder a tal interrogante se planteó la ejecución del presente trabajo de investigación, asumiéndose la siguiente hipótesis: La utilización de una combinación comercial de Tomillo y de semillas de algarrobo europeo en la dieta, sin APC, de pollos de carne permitirá evaluar a diferentes indicadores del rendimiento, en un ambiente de trópico húmedo, a través de un ensayo de alimentación.

Se consideró los siguientes objetivos:

1. Determinar y evaluar el consumo de alimento;

2. Determinar y evaluar los incrementos de peso;
3. Determinar y evaluar la eficiencia técnica de utilización del alimento;
4. Determinar y evaluar la eficiencia económica del alimento;
5. Determinar y evaluar el grado de aceptación de la carne.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El Tomillo (*Thymus vulgaris*) y el Algarrobo Europeo (*Ceratonia siliqua*)

Diferentes autores (Suzuki y Furuta, 1988; Aeschbach *et al.*, 1994; Essawi y Srour, 2000; Hudaib *et al.*, 2002; Miura *et al.*, 2002; Soliman y Badlaa, 2002; Venturini *et al.*, 2002; Braga *et al.*, 2006) han indicado que el tomillo es una planta aromática de la flora del Mediterráneo comúnmente utilizada como especia y para propósitos medicinales. Como otras especies del género *Thymus*, es utilizado tradicionalmente por sus efectos anti-séptico, anti-espasmódico y anti-tusígeno. Además, posee propiedades anti-microbianas, anti-fúngicas, anti-oxidativas y anti-virales. Su aceite esencial es una mezcla de monoterpenos y uno de los compuestos principales de este aceite es un terpenoide natural denominado timol; este compuesto exhibe múltiples actividades biológicas incluyendo propiedades anti-inflamatoria, inmuno-moduladora, anti-oxidante, anti-bacterial, anti-fungal y atrapadora de radicales libres.

Según Estrada (2010), su uso data de tiempos muy antiguos; los egipcios lo empleaban como una de las sustancias aplicadas en los procesos de momificación. El nombre *Thymus* proviene del griego *thymus* que significa fuerza o coraje, ya que se empleaba principalmente como infusión energizante y como antiséptico de heridas de guerreros. Esta nomenclatura fue empleada por Teofrasto para designar tanto al tomillo como a la ajedrea. Se la recomendaba como antídoto para las mordeduras de serpientes. El propio Carlo Magno ordenó su cultivo en todos los jardines para aprovechar tanto sus propiedades medicinales como culinarias. En el siglo XVI fue cultivado extensamente en toda Europa y regiones aledañas al Mediterráneo, formando parte de numerosas recetas y preparados correspondientes a las primeras farmacopeas europeas. En 1725, un boticario alemán llamado Neumann obtiene el aceite esencial, comenzando a partir de entonces su estudio con fines terapéuticos. Crece espontáneo por todo el sur de

Europa, donde se reproduce bien, ya sea por semillas o, más frecuentemente por división de las matas en primavera; prefiere los terrenos ligeros y pedregosos, y cuando es cultivado, requiere riegos repetidos durante los calores excesivos.

Taxonómicamente pertenece al REINO: *Plantae*; DIVISIÓN: *Magnoliophyta*; CLASE: *Magnoliopsida*; ORDEN: *Lamiales*; FAMILIA: *Lamiaceae*; GÉNERO: *Thymus*. Pertenece a la familia, denominada comúnmente, de las labiadas; alcanza de 15 a 30 cm. de altura, muestra hojas opuestas, lanceoladas, con los bordes enrollados y densamente pilosas. Las flores son diminutas, agrupadas en racimos terminales muy densos, rosadas o blanquecinas. Cáliz de color rojizo vinoso, con la garganta obstruida por pelitos blancos. El labio superior muestra tres dientecitos cortos, y el inferior dos largas y estrechas lacinias. La corola mide entre 7 y 8 mm y aparece dividida en dos labios: el superior escotado y el inferior subdividido en tres lóbulos divergentes. Toda la planta desprende un fuerte aroma al estar provista de glándulas esenciales. Los romanos lo introdujeron en la cocina, perfumando vinos y quesos (Estrada, op. cit.).

En su composición química se considera para el **Aceite Esencial** (0,8- 2,5 %): fundamentalmente timol (40%), p- cimeno (15 – 50%), alcanfor (11 – 16%), carvacrol (2.5 – 14.6 %), linalol (4%), 1,8- cineol (3%), γ - terpineno (1-5%), borneol, acetato de bornilo, acetato de linalino, geraniol, α y β - pineno, limoneno. El rendimiento porcentual de aceite esencial del tomillo varía al método utilizado para su extracción ya sea por destilación con agua, destilación con vapor de agua o la combinación de ambas. En cuanto a los **Flavonoides**: Principalmente heterósidos del luteol y apigenol, y en menor medida flavonas metoxiladas: cosmosifina, timonina, isotiminina, timusina, naringenina. También se ha señalado la presencia de flavanonas, flavonoles y heterósidos de luteolina. **Otros**: taninos (7-10%), serpilina (principio amargo), saponinas ácidas y neutras, ácido labiático, oleanólico y ursólico (1,5%), ácidos

fenilcarboxílicos (clorogénico y cafeico), ácido rosmarínico (1%), ácido litospérmico, resinas (Alonso, 2004).

Farmacológicamente se lo utiliza como digestivo, estimulante del apetito, antiparasitario, antihelmíntico, anticatarral, antimicrobiano, antiséptico, cicatrizante, antiespasmódico, carminativo, expectorante, mucolítico, diaforético. Las propiedades carminativas del aceite esencial de Tomillo lo hacen un efectivo tratamiento para diferentes malestares estomacales (Alonso, 2004; Estrada, 2010).

Aún cuando no se conocían los antibióticos, el tomillo era considerado como un eficaz desinfectante. Actualmente, está comprobado que sus componentes fenólicos, timol y carvacrol, tienen actividad antibacteriana frente a gérmenes Gram positivos y Gram negativos. Este efecto se debe a su acción sobre la membrana bacteriana. Además tiene acción anti fúngica (eficaz contra *Candida albicans*) y antivírica. Por el sabor agradable del timol está presente en la formulación de diversos enjuagues bucales, pastas de dientes, etc. Una disolución de 5% de timol en etanol se utiliza para la desinfección dermal y contra infecciones con hongos (Alonso, 2004).

Miladi *et al.* (2016) realizaron un estudio en el que el timol y el carvacrol, dos fenoles mono-terpénicos producidos por varias plantas aromáticas, entre ellas el Tomillo, se evaluaron por sus potencias antibacterianas e inhibidores de la bomba de eflujo contra un panel de patógenos clínicos y de los alimentos. Sus resultados demostraron una sustancial susceptibilidad de las bacterias probadas hacia el timol y carvacrol. Especialmente, el timol mostró una fuerte actividad inhibitoria (valores de MIC que variaron entre 32 y 64 $\mu\text{g/mL}$) contra la mayoría de cepas probadas en comparación al carvacrol. Además, se notó una reducción significativa en las MIC de tetraciclina y cloruro de benzalconio cuando se probaron en combinaciones con timol y carvacrol; este efecto sinérgico fue más significativo en el caso de timol, el que generó

una reducción de los valores de la MIC de la tetraciclina (de 2 a 8 veces) y del cloruro de benzalconio (de 2 a 8 veces).

El algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.) se ha cultivado desde la antigüedad en la mayoría de los países de la cuenca mediterránea, generalmente en lugares suaves y secos con suelos pobres. Es un árbol nativo del Mediterráneo y Oriente Medio. La producción mundial de vainas de algarroba es de 374,800-441,000 toneladas por año, siendo el principal productor España seguido de Italia, Portugal, Marruecos, Grecia, Chipre, Turquía y Argelia. La producción de vainas de algarrobas varía dependiendo del cultivar, región y prácticas de cultivo (Battle y Tous, 1997; Karababa y Coşkuner, 2013).

Debido a su composición química, se utiliza en la industria alimentaria y en la medicina. En cuanto a los usos medicinales, ha revelado una disminución de lípidos interesante, nefro-protector, anti-cardiovascular, anti-proliferativa, propiedades antioxidantes *in vitro* e *in vivo*, aparentemente relacionadas con sus compuestos fenólicos. Las vainas son una rica fuente de antioxidantes naturales que pueden, por diferentes mecanismos, actuar como una defensa efectiva contra especies de oxígeno reactivas incluyendo radicales libres tales como aniones de súper-óxido y radicales hidroxilo y especies de radicales no libres como el peróxido de hidrógeno. (Zunft *et al.*, 2001; Corsi *et al.*, 2002; Ahmed, 2010; Vekiari *et al.*, 2012; Roseiro *et al.*, 2013a; Sebai *et al.*, 2013).

Los compuestos bio-activos, tales como los compuestos fenólicos, presentes en la algarroba son capaces de actuar como antioxidantes químicos y, por lo tanto, poseen la capacidad de reducir el daño oxidativo (Roseiro *et al.*, 2013a, b).

Las vainas se han utilizado tradicionalmente como alimento animal y humano y la semilla se utiliza principalmente para la extracción de goma. La corteza y las hojas se

han utilizado en la medicina popular tunecina como laxante, diurético, antidiarreico y para el tratamiento de la gastroenteritis de los lactantes. Se ha indicado que de los estudios experimentales y clínicos realizados en *C. siliqua*, parece que la mayoría de sus acciones farmacológicas se deben a su actividad antioxidante, que se debe principalmente a su capacidad para eliminar los radicales libres y/ o inhibir la peroxidación lipídica. Los antioxidantes son sustancias que retrasan o previenen la oxidación de sustratos oxidables intercelulares o intracelulares del estrés oxidativo (Kivçak *et al.*, 2002; Kumazawa *et al.*, 2002).

En Wikipedia (2016) se indica la siguiente clasificación taxonómica: Súper- reino, *Eukaryota*; Reino, *Plantae*; Sub-reino, *Tracheobionta*; División, *Magnoliophyta*; Clase, *Magnoliopsida*; Sub-clase, *Rosidae*; Orden, *Fabales*; Familia, *Fabaceae*; Sub- familia, *Caesalpinioideae*; Tribu, *Cassieae*; Sub-tribu, *Ceratoniiinae*; Género, *Ceratonia*; Especie, *Ceratonia siliqua* L. Con la siguiente descripción: es un árbol de hasta 10 metros de altura, aunque su altura media es de 5 a 6 metros; es dioico y es de follaje perenne. Tiene hojas bi-pinnadas de color verde oscuro con una dimensión de entre 10 y 20 cm de largo y sus flores son pequeñas, rojas y sin pétalos. El fruto, llamado algarroba o garrofa, es una vaina coriácea de color castaño oscuro, de 1 a 3 dm de longitud, que contiene una pulpa gomosa de sabor dulce y agradable que rodea las semillas. Las vainas son comestibles y se usan como forraje.

Se indica que es una especie de gran rusticidad y resistencia a la sequía, pero es de un desarrollo lento y solo comienza a fructificar después de unos siete a diez años desde la plantación, obteniendo su plena productividad a los quince o veinte años. Suele tener una buena producción cada dos años, oscilando entre 90 y 200 kg de fruto en árboles maduros, haciéndose la recolección a partir del mes de agosto, mediante vareo o directamente del suelo.

Las semillas están recubiertas por un tegumento duro que impide la imbibición de agua, este motivo hace que su germinación sea muy lenta. Cuando el tegumento externo se rompe, la semilla absorbe agua con bastante rapidez, facilitándose así la germinación. El tegumento externo favorece la longevidad de las semillas, se tiene constancia que con cuatro años de edad aún mantienen una viabilidad germinativa semejante a las semillas obtenidas el mismo año. Por consiguiente, los restos de frutos en la tierra de años anteriores representa una estrategia de reproducción propia de este árbol. Los procesos digestivos no afectan a la viabilidad germinativa de las semillas, lo cual favorece la dispersión a larga distancia por medio de los consumidores del fruto. Se ha constatado también cierto grado de resistencia de las semillas de algarrobo al fuego, conservando su poder germinativo.

Con relación a su composición química; la vaina, el germen y la semilla de algarroba fueron analizados para determinar la humedad, cenizas, proteínas, grasas, carbohidratos y, particularmente, su contenido de taninos. Se investigó la recuperación de taninos afectados por diversos sistemas de extracción con disolventes. La harina de vaina de algarrobo contuvo altos niveles de carbohidratos (45%), cantidades apreciables de proteína (3%) y bajos niveles de grasa (0.6%). El germen y la harina de semillas contenían más grasa y menos carbohidratos en comparación con la vaina de algarroba. La acetona al setenta por ciento fue el disolvente más eficaz para la extracción y recuperación de taninos. La vaina de algarrobo contiene un valor medio de 19 mg de polifenoles totales/ g, 2.75 mg de taninos condensados (proantocianidinas)/ g, 0.95 mg de taninos hidrolizables (galo- y elagi-taninos)/ g. El germen contenía una mayor concentración de polifenoles totales (40.8 mg/ g) y taninos (16.2 mg de taninos condensados/ g y 2.98 mg de taninos hidrolizables/ g), mientras que sólo se detectaron trazas de estos compuestos en las semillas de algarroba (Avallone *et al.*, 1997).

Además del alto contenido de compuestos fenólicos, la harina de algarroba se considera un producto que contiene un alto nivel de fibra dietética, minerales (Fe, Ca, Na, K, P y S) y vitaminas (E, D, C, Niacina, B6 y ácido fólico). En vista de su alto valor nutricional, el creciente interés en el uso de la harina de algarrobo como un ingrediente funcional en la producción de alimentos pro-salud está aumentando. La harina de algarroba se utiliza para mejorar el valor nutricional de los productos a base de cereales como panes, galletas y pasteles; y se está considerando su promisorio uso en la fortificación de las pastas (Ortega *et al.*, 2011; Youssef *et al.*, 2013; Sęczyc *et al.*, 2016).

Se ha indicado que el fruto de algarrobo contiene dos partes principales: la pulpa y las semillas. Ambas se utilizan como materia prima en las industrias alimentaria, farmacéutica y cosmética. La vaina sin semillas se puede moler en harina y se utiliza como un sustituto de chocolate o cacao. En tanto que la semilla consiste de la cubierta (30-33%), endospermo (42-46%) y embrión o germen (23-25%). Las semillas son una fuente de goma. La goma de algarroba (LBG), también llamada E410, también se obtiene del endospermo de semillas que contiene galactomananos. Esto se añade a una variedad de productos como estabilizador o aromatizante y ha encontrado aplicaciones crecientes en industrias no alimentarias (Nyerges, 1978; Brand, 1984; Neukom, 1988; Battle y Tous, 1997; Curtis *et al.*, 1998; Yousif y Alghzawi, 2000; Wang *et al.*, 2001; Hoefler, 2004; Rizzo *et al.*, 2004; Bouzouita *et al.*, 2006; Gharnit *et al.*, 2006; Turnbull *et al.*, 2006; Sandolo *et al.*, 2007; Dionísio y Grenha, 2012). Otra de las aplicaciones, generada por los compuestos que presenta en su composición, sería como favorecedor de condiciones intestinales adecuadas para la producción animal.

En función de las diferentes propiedades benéficas de los principios contenidos en plantas de acción fitobiótica como el tomillo y el algarrobo europeo se ha optado por

la extracción de tales principios, para potenciar su empleo en dosis relativamente pequeñas y aplicarlos en la producción animal.

2.2. Extractos de Plantas (EP)

Diferentes autores indican que los extractos de plantas (EP) se han utilizado en gran medida para la nutrición y la mejora de la salud humana. En la actualidad, se conocen miles de EP, cientos de los cuales son comercialmente importantes, especialmente para las industrias farmacéutica, agronómica, alimentaria, sanitaria, cosmética y de perfumes. Los extractos vegetales son de interés potencial debido a su efecto antiviral, antimicrobiano, antioxidante, antiinflamatorio y otros efectos biológicos (Baydar *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 2004; Sökmen *et al.*, 2004; Sosa *et al.*, 2005; Dundar *et al.*, 2008).

Las propiedades documentadas de los EP pueden conducir a su utilización, en lugar de antibióticos, en las dietas para mejorar el rendimiento y la salud de los animales. Varios estudios han revisado bien los aceites esenciales (constituyentes de los extractos) y sus efectos biológicos, tanto *in vitro* e *in vivo*, habiendo demostrado que pueden mejorar la salud animal a través de varios mecanismos, como la supresión directa de la proliferación de patógenos, la alteración de las poblaciones microbianas intestinales y la mejora de las funciones inmunitarias (Lee *et al.*, 2004; Pettigrew, 2006; Stein y Kil, 2006; Calsamiglia *et al.*, 2007; Bakkali *et al.*, 2008).

Los EP son los responsables del olor y el color de las plantas, y están constituidos de más de cien componentes individuales. Se describen como metabolitos secundarios de plantas y pueden obtenerse de forma natural a partir de partes de materiales vegetales, como flores, brotes, semillas, hojas, ramas, corteza, madera, frutas y raíces. Se indican cuatro métodos comúnmente usados para extraer los EP, la destilación de vapor, la maceración, el prensado en frío y la extracción con solvente (Kerrola, 1995).

Por otra parte, los EP pueden sintetizarse directamente. Están en dos formas diferentes, aceite líquido y polvo sólido. A muchos de los aceites que conforman los EP se les denomina aceites esenciales (AE), son compuestos mixtos de aceite con variables composiciones y concentraciones químicas de compuestos individuales dependiendo de las plantas y los métodos de extracción; muchos son insolubles en agua (Lee *et al.*, 2004).

Muchos de los EP extraídos de diferentes especies de plantas, verduras, o flores no son puros; es decir, pueden contener entre 20 a 60 componentes en concentraciones muy diferentes. Los componentes principales pueden constituir hasta 85% de los AE, en tanto que otros pueden representar sólo trazas. Así, se ha reportado que la concentración de timol en *Origanum vulgare* puede variar desde trazas hasta 64%; en el caso de *Thymus vulgaris* desde 10 a 64%. Así mismo, se ha indicado que otro componente predominante, el carvacrol, puede variar desde trazas hasta 80% en *Origanum vulgare* y de 2 a 11% en *Thymus vulgaris*. Para el caso de cinnamaldehído, un componente principal del AE de canela, se han mencionado cantidades de aproximadamente 60 a 75% del aceite total. En consecuencia, debido a la gran variabilidad en la composición, los efectos biológicos de los diferentes lotes del mismo AE pueden diferir (Lawrence y Reynolds, 1984; Duke, 1986; Lens-Lisbone *et al.*, 1987; Burt, 2004; Surburg y Panten, 2006).

2.3. Efectos de los EP en los Animales

2.3.1. Efectos antimicrobianos

A lo largo del tiempo se ha reconocido la actividad antimicrobiana de los EP, tanto por la sabiduría popular y, en la actualidad, por la investigación científica. En varios se ha observado un amplio espectro de actividad antibacteriana, tanto contra bacterias gram-positivas como gram-negativas, incluyendo *Salmonella*, *Stafilococcus*, *Klebsiella*,

Proteus, *Bacillus*, *Clostridium* y *Micobacterium*; además de estas propiedades antibacterianas de los EP o de sus componentes también han exhibido propiedades antifungales, antiparasitaria, antiviral y antitoxigénica (Bishop, 1995; Hammer *et al.*, 1999; Dorman y Deans, 2000; Pandey *et al.*, 2000; Ultee y Smid, 2001; Pessoa *et al.*, 2002; Moon *et al.*, 2006; Pinto *et al.*, 2006; Abed, 2007; Wong *et al.*, 2008; Garozzo *et al.*, 2009).

Los investigadores concuerdan al indicar que teniendo en consideración la gran cantidad de grupos diferentes de compuestos químicos presentes en los EP, varios modos de acción están inmersos en la actividad antimicrobiana exhibida por ellos.

En primer lugar, la hidrofobicidad de los EP les permite la división al interior de los lípidos de la membrana celular bacteriana y las mitocondrias, alterando las estructuras y haciéndolas más permeables; esta mayor permeabilidad de la membrana ocasiona el escape de materiales intracelulares críticos lo que, finalmente, conduce a la muerte de la célula (Juven *et al.*, 1994; Helander *et al.*, 1998; Knobloch *et al.*, 1989; Carson *et al.*, 2002; Burt, 2004; Xu *et al.*, 2008).

En segundo lugar, las propiedades estructurales, como la presencia de los grupos funcionales y la aromaticidad también son responsables de la actividad antibacteriana de la EP. Los compuestos que poseen las propiedades antibacterianas más fuertes, como carvacrol, eugenol y timol, a menudo contienen un alto porcentaje de compuestos fenólicos; en general, se considera que los fenólicos alteran la membrana citoplasmática, alterando la fuerza motriz del protón, el flujo de electrones, el transporte activo y la coagulación del contenido celular (Frag *et al.*, 1989; Bowles y Miller, 1993; Helander *et al.*, 1998; Dorman y Deans, 2000; Lambert *et al.*, 2001; Burt, 2004).

En tercer lugar, los EP ejercen actividad antibacteriana a través de la modificación de los sistemas enzimáticos de las bacterias. Se ha indicado que la alicina,

el principal componente activo en el ajo, puede reaccionar rápidamente con los grupos tiol de ciertos enzimas de los microorganismos y, consecuentemente, inhibir su actividad enzimática. La inhibición de los sistemas enzimáticos, dependientes de tiol, puede bloquear la virulencia del microbio e, incluso, ser letal para el microorganismo; así mismo, se ha reportado que el carvacrol puede prevenir el desarrollo de los flagelos en *E. coli* O157:H7, que son críticos para la adhesión en las membranas del epitelio intestinal (Ankri y Mireman, 1999; Burt *et al.*, 2007).

2.3.2. Efectos antiinflamatorios

En el desarrollo de enfermedades inflamatorias están involucrados una variedad de mediadores inflamatorios, incluyendo al factor de necrosis tumoral (TNF)- α y el IL-1 β . En un ensayo se concluyó que los AE de los brotes de *C. operculatus* poseen potenciales efectos anti-inflamatorios debido a la inhibición de la expresión y secreción de TNF- α e IL-1 β a partir de células RAW 264.7 inducidas por lipo-polisacáridos (LPS). Otros ensayos demostraron que el eugenol, el aceite del árbol del té y el extracto de ajo pueden inhibir la secreción tanto de TNF- α como de IL-1 β . Así mismo, se ha indicado que otra importante molécula involucrada en la defensa inmune es el óxido nítrico (ON), que es producido por los macrófagos a través de la actividad del enzima óxido nítrico sintetasa (ONS); una alta concentración de ON se asocia con enfermedades inflamatorias. Otros estudios reportaron que el cinnamaldehído y el eugenol fueron capaces de suprimir la liberación de ON y suprimir la expresión de ONS inducible en macrófagos murinos tratados con LPS. Por otra parte, se ha observado que el carvacrol, el eugenol y el cinamaldehído suprimieron la expresión del gen de la ciclooxigenasa-2 (COX-2) en células de macrófagos de ratón estimuladas con LPS; la ciclooxigenasa-2 es principalmente responsable de la producción de prostaglandinas, que están involucradas en diversos procesos fisiopatológicos que incluyen inflamación

y carcinogénesis (MacMicking *et al.*, 1997; Dinarello, 2000; Hart *et al.*, 2000; Kim *et al.*, 2003; Aggarwal y Shishodia, 2004; Lang *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 2005, 2007; Li *et al.*, 2006; Tung *et al.*, 2008; Dung *et al.*, 2009; Landa *et al.*, 2009).

Los modos de acción para la actividad antiinflamatoria de los EP todavía no están claros, pero la evidencia sugiere que estos efectos están mediados, al menos en parte, al bloquear la ruta del factor nuclear kappa-potenciador de cadena ligera de las células B activadas (NF- κ B); este factor es un regulador clave de varios genes implicados en respuestas inmunes e inflamatorias. En las células en reposo, el NF- κ B existe en un estado inactivo en el citoplasma, en complejo con una proteína inhibitoria, llamada I κ B; tras la activación, I κ B sufre fosforilación y degradación, y NF- κ B se transloca en el núcleo, donde se une al ADN y activa la transcripción de varios genes, incluidos TNF- α , IL-1 β e iNOS. Los miembros de un grupo de investigación encontraron que la curcumina puede bloquear la actividad de unión del ADN NF- κ B inducida por citoquinas, la translocación nuclear de RelA, la degradación de I κ B α , la fosforilación de I κ B serina 32 y la actividad de I κ B quinasa (IKK), todas ellas implicadas en la ruta de señalización de NF- κ B. En tanto que otro grupo de investigación también demostró el bloqueo de la translocación de p50 y p65, la fosforilación de ERK 1/2 y p38 quinasa y la degradación de I- κ B α por el cinamaldehído y el eugenol (Hiscott *et al.*, 1993; Rice y Ernst, 1993; Xie *et al.*, 1994; Ghosh *et al.*, 1998; Jobin *et al.*, 1999; Lee *et al.*, 2005; Choi *et al.*, 2007).

2.3.3. Efectos antioxidantes

Se ha llegado a determinar que los animales explotados en sistemas intensivos de producción están expuestos frecuentemente al estrés oxidativo, que puede resultar en daño de las proteínas, lípidos y ADN. Los antioxidantes actúan como limpiadores de radicales, inhibiendo la per-oxidación de los lípidos y otros procesos mediados por

radicales libres, protegiendo, de esta manera, al animal del daño oxidativo causado por los radicales libres (McCall y Frei, 1999).

Varios estudios *in vitro* han evaluado la propiedades antioxidantes de los extractos de orégano, tomillo, clavo de olor, pimienta, lavanda y albahaca. Por otro lado, algunos estudios *in vivo* también informaron las propiedades antioxidantes de algunos EP. En un estudio se indicó que el carvacrol administrado en agua potable redujo el nivel de lesiones de ADN inducidas en hepatocitos recientemente aislados y células testiculares por H₂O₂, lo que podría estar asociado con un aumento de la actividad antioxidante del hígado y las células testiculares en estos animales. En otro ensayo se mostró que la suplementación de EP a los cerdos redujo el daño del ADN en los linfocitos, lo que indicó sus efectos potencialmente beneficiosos sobre el sistema inmune bajo el estrés oxidativo inducido por la dieta. En tanto que un estudio permitió descubrir que la administración de aceite de orégano en la dieta aumentaba el estado antioxidante de la carne de pollo de engorde (Economou *et al.*, 1991; Botsoglou *et al.*, 2002; Gülçin *et al.*, 2004; Oboh *et al.*, 2007; Slaménova *et al.*, 2008; Frankič *et al.*, 2010).

La alta correlación encontrada entre el contenido total de fenol de los EP y la oxidación de lipoproteínas de baja densidad indicó que la alta actividad antioxidante de los EP está relacionada a su composición química. La presencia de grupos OH fenólicos en el timol, carvacrol y otros EP actúan como donadores de hidrógeno para los radicales peróxido producidos durante el primer paso de la oxidación de lípidos, retardando así la formación de hidroxil peróxido (Frag *et al.*, 1989; Teissedre y Waterhouse, 2000; Djeridane *et al.*, 2006).

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Localización y Duración

El presente trabajo de investigación, que tuvo una fase de campo de 42 días, se desarrolló en el centro poblado Imacita, distrito de Imaza, región Amazonas.

El distrito de Imaza es uno de los seis distritos de la provincia de Bagua, ubicada en el departamento de Amazonas. Limita por el norte y por el este con la provincia de Condorcanqui; por el sur con la provincia de Utcubamba y el distrito de Aramango y por el oeste con el departamento de Cajamarca y en corto trecho con el Ecuador.

En la Figura 3.1. se muestra la ubicación de Imacita al pie del río Marañón. Está a 250 msnm, con temperatura promedio de 25.1°C, con fluctuaciones de la media entre 20 y 30°C; la precipitación pluvial promedio es de 2564 mm.

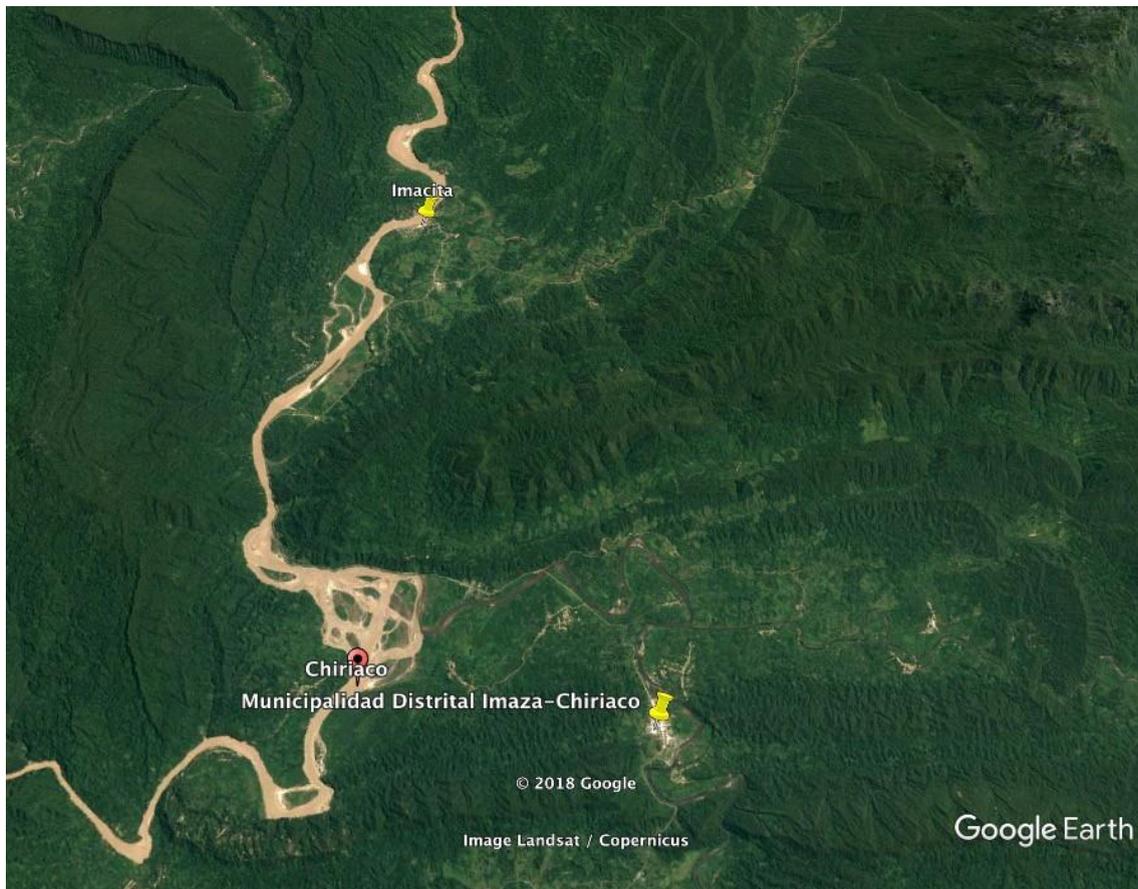


Figura 3.1. Ubicación de Imacita en la margen del río Marañón

3.2. Tratamientos Evaluados

Se implementó los siguientes tratamientos:

T₁: Testigo con APC

T₂: Dieta con 0.15% del producto comercial, sin APC

T₃: Dieta con 0.30% del producto comercial, sin APC

T₄: Dieta con 0.45% del producto comercial, sin APC

3.3. Material y Equipo Experimentales

3.3.1. Pollo

Se emplearon cien pollos Cobb-500 de un día de edad, provenientes de una planta incubadora de la ciudad de Trujillo.

Los pollitos fueron embalados y trasladados a Chiclayo y de aquí a Imacita por vía terrestre, en una línea interprovincial de buses.

3.3.2. Alimento

Para el tratamiento testigo se preparó raciones similares en contenido de proteína y energía metabolizable, formuladas para aportar 21.5% de PB y 3.0 Mcal de EM entre los días 1 y 14; 20% de PC y 3.15 Mcal de EM entre los días 15 y 28; 18% de PC y 3.20 Mcal de EM entre los días 29 y 42 de edad. Las fórmulas porcentuales se presentan en la Tabla 3.1. Para los tratamientos 2, 3 y 4, en las mismas fórmulas se reemplazó el maíz en la misma proporción en que se incluya el producto comercial, debido a la baja proporción se asumió que no afectó el balance de energía y proteína.

El producto comercial evaluado se comercializa con el nombre de Dysantic® producido por la firma Dr Bata® Ltd (Biotechnology in Feeding). Para el producto se indica que es un suplemento alimenticio con extractos de plantas, específicamente del tomillo (Thyme), del cual se obtienen aceites esenciales como el timol, carvacrol y flavonoides que poseen actividad bactericida, viricida e inmuno modulador y de las

semillas de algarrobo (St. John's bread seeds) el cual contiene sustancias como la galactopiranososa que son polisacáridos que actúan como prebióticos.

Tabla 3.1.
Composición porcentual de insumos de la ración testigo según edades

Edad, días:	01-14	15-28	29-42
	-----	-----	-----
Insumos	T1	T1	T1
Maíz Amarillo	53.70	55.70	57.70
Soja, torta	37.00	35.00	32.00
Aceite vegetal	01.50	01.50	02.00
Trigo, afrecho	01.00	01.00	03.00
Arroz, polvillo	02.52	03.29	02.29
Fosfato di-cálcico	01.60	01.30	01.10
Carbonato de calcio	01.30	01.00	00.80
Pre-mezcla	00.25	00.20	00.15
Sal común	00.35	00.30	00.33
Bio-Mos	00.10	00.10	00.10
DL-Met	00.30	00.25	00.20
L-Lis	00.10	00.08	00.05
Toxibond Pro	00.10	00.10	00.10
Sintox	00.05	00.05	00.05
Mold Zapp	00.05	00.05	00.05
Selplex	00.02	00.02	00.02
Allzyme SSF	00.06	00.06	00.06
Aporte* estimado de:			
Proteína, %	21.42	20.80	19.80
EM, Mcal/Kg.	03.17	03.23	03.27

* Según McDOWELL *et al.* (1974).

El alimento fue preparado en Chiclayo y se trasladó a Imacita en costales rotulados.

3.3.3. Instalaciones y equipo

- Corrales, con malla de pescar y con cama de cascarilla de arroz.
- Comederos tipo tolva y bebederos de sifón
- Balanza tipo reloj.
- Balanza electrónica, con una precisión de 1 g.
- Cintas de plástico
- Planillas de registros para pesos corporales, suministro y residuo de alimento.
- Además del equipo y material típicos para la explotación avícola.

3.4. Metodología Experimental

3.4.1. Diseño de contrastación de las hipótesis

Se consideró el siguiente planteamiento de hipótesis:

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

H₁: AL MENOS UNA MEDIA DIFIERE DEL RESTO

Las hipótesis se contrastaron mediante un Diseño Irrestrictamente al Azar con el siguiente modelo aditivo lineal:

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

En el que:

Y_{ij} , es la variable evaluada;

μ , es el verdadero efecto medio;

τ_i , es el verdadero efecto del i-ésimo tratamiento;

ξ_{ij} , es el verdadero efecto de la j-ésima unidad experimental sujeta a los efectos del i-ésimo tratamiento (error experimental).

Se toleró una máxima probabilidad de 5% de cometer error de tipo I (Ostle, 1979; Scheffler, 1982).

3.4.2. Técnicas experimentales

El lugar experimental fue acondicionado (aislamiento, limpieza y desinfección) con anticipación para propiciar la creación de un vacío sanitario; se prepararon los corrales para recibir a 25 pollos.

A la llegada de los animales, cada uno fue identificado y pesado; las pesadas se realizaron cada 14 días. La asignación de cada pollito a uno de los tratamientos se hizo al azar, tomándolos en forma sucesiva de cada una de los cuatro compartimentos de la caja en que llegaron, de esta manera se procuró aleatorizar la distribución de los sexos en cada tratamiento. El ensayo tuvo una duración efectiva de 42 días.

El alimento se preparó en la ciudad de Chiclayo; en piso de concreto, limpio y desinfectado; se siguió la fórmula porcentual consignada en la Tabla N° 3.1.; sólo en el tratamiento testigo se incluyó APC (zinc-Bacitracina), en el resto de tratamientos se reemplazó por el producto comercial evaluado. El proceso de preparación del alimento fue “progresivo”; primero los insumos menores combinados entre ellos, luego con una parte de maíz y, progresivamente, se fue incorporando el resto de insumos. Así, se procuró lograr la mayor homogeneidad posible, ya que el alimento se proporcionó en la forma de harina.

Se realizó la prueba de aceptación de la carne aplicando la metodología de Santos *et al.* (2014), se utilizó muestras de carne sin hueso obtenidas de la pechuga; se cocinaron las pechugas a baño maría por 30 minutos, al agua se le agregó una 5 g de sal, al terminar la cocción se sirvieron muestras de carne en platos desechables previamente codificados, seguidamente se procedió a la evaluación de los degustadores, los que dispusieron de agua para enjuague de la boca entre muestra y muestra, no supieron de qué tratamiento procedían las muestras; empleando la metodología de análisis descriptivo-cualitativo descrita por Char *et al.* (2016) la que se aplicó a un panel de 20 personas no entrenadas, empleando una pauta no estructurada de 0 a 15. Las escalas usadas fueron: 0, muy mala, y 15, extremadamente buena. Se consideró la puntuación de 7.5 como media aceptable; las unidades se consideraron como dimensionales.

En cuanto a la parte sanitaria, se vacunaron los pollos contra Gumboro a los diez días y contra New Castle – Bronquitis a los 20 días de edad. Se evitó el ingreso de personas extrañas al ambiente experimental y se utilizó un desinfectante de calzado cada vez que se ingresaba. Se evitó la presencia de otra especie animal para evitar problemas sanitarios.

3.4.3. Variables evaluadas

La información generada permitió evaluar:

- Consumo de alimento
- Peso y cambios en el peso vivo
- Conversión alimenticia (kilos consumidos de alimento por kilo de peso vivo incrementado)
- Grado de aceptación de la carne, escala de 1 a 15.
- Mérito económico (nuevos soles gastados en alimento consumido por kilo de peso vivo incrementado)

3.4.4. Evaluación estadística

La determinación de la normalidad se realizó mediante la aplicación de la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

La homocedasticidad se evaluó a través de la prueba de Levene.

Se aplicó el análisis de la varianza del diseño completamente al azar; la comparación entre la medias se realizó mediante la prueba de Tukey al valor $P \leq 0.05$.

Se empleó el programa estadístico Minitab 18.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Consumo de Alimento

Los resultados de consumo de alimento se presentan en la tabla 4.1., dado que el suministro de alimento fue en cantidades fijas para cada uno de los tratamientos, el consumo es considerado como “controlado”; en consecuencia, no se puede hablar de efecto de la presencia del producto sobre el “consumo”. Sin embargo, dado que hubo algo de mortalidad en los tratamientos 3 y 4 el consumo por pollo varió en estos tratamientos en comparación con el 1 y el 2.

Tabla 4.1.
Consumo de alimento de pollos de carne que recibieron en el alimento un producto comercial de extractos de tomillo y algarrobo europeo en Imacita, Amazonas

Aspectos	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Pollos	25	25	25	25
Días	42	42	42	42
APC	Sí	No	No	No
Producto %	No	0.15	0.30	0.45
Consumo total/ pollo, kg.				
- 1 – 14 días	1.00	1.00	1.00	1.04
- 15 – 28 días	2.00	2.00	2.08	2.17
- 29 – 42 días	1.60	1.60	1.67	1.74
Consumo total/ pollo, kg.	4.60	4.60	4.75	4.95
Consumo promedio/ pollo/ día, g.	109.5	109.5	113.1	117.9

Según la Guía de Nutrición del Pollo de Carne Cobb, el consumo de alimento de los pollos a los 42 días de edad debe ser de 4.135 kilos; sin embargo bajo condiciones de campo en el norte del Perú las cifras de consumo logradas por los pollos han sido superiores a las reportadas por la Guía. Los reportes de Chozo (2014), Paredes (2015), Serquén (2015), Taboada (2018), Yovera (2018), Zeña (2018), entre otros, de investigaciones realizadas en el ámbito de la región Lambayeque, indican que los pollos de carne Cobb pueden consumir fácilmente 5 kilos o más de alimento en 42 días; sin embargo, bajo condiciones de mejoramiento del aporte de micronutrientes del alimento el consumo puede estar cercano al indicado en la Guía, como se puede deducir de los

reportes de Armas (2014), Morán (2014), Aguilera (2015), Cajusol (2016), Sánchez (2017), entre otras investigaciones.

4.2. Peso Vivo e Incrementos

Los resultados relacionados con el peso vivo y los incrementos del mismo en pollos Cobb 500 que recibieron un producto comercial con extractos de tomillo y algarrobo europeo en la dieta en Imacita se presentan en la Tabla 4.2.

Tabla N° 4.2.

Peso vivo e incrementos de peso de pollos de carne que recibieron en el alimento un producto comercial de extractos de tomillo y algarrobo europeo en Imacita, Amazonas

Ítem	Tratamientos			
	1	2	3	4
Pollos/ tratamiento	25	25	25	25
Duración, días	42	42	42	42
Producto, %	00	0.15	0.30	0.45
APC	Sí	No	No	No
Peso vivo inicial, g/ pollo	47.2	47.6	48.1	47.2
Incremento de peso, g/ pollo:				
- 1 – 14 días	343.4 ^a	320.0 ^a	356.0 ^a	333.7 ^a
- 15 – 28 días	1078.6 ^a	1094.8 ^a	1084.6 ^a	1104.1 ^a
- 29 – 42 días	1060.0 ^a	802.4 ^b	983.3 ^a	1027.8 ^a
- 1 – 42 días	2482.0 ^a	2206.4 ^b	2424.0 ^a	2465.7 ^a
Peso vivo final, g/ pollo	2529.2	2254.0	2472.1	2512.9

^{a, b} Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas ($P \leq 0.05$, Tukey)

El análisis estadístico (apéndice) indicó que los incrementos de peso de las diferentes fases (edades) productivas estuvieron distribuidas en forma normal y que hubo homocedasticidad. Al aplicar el análisis de la varianza se determinó que las diferencias entre los tratamientos no alcanzaron significación estadística en las fases de Inicio y Crecimiento; sin embargo, hubo significación ($P \leq 0.05$) en las fases de Acabado y con los incrementos acumulados, esta significación se debió a que el tratamiento 2 (0.15% del producto) estuvo por debajo del resto de tratamientos, los que fueron similares entre sí. En las Figuras 4.1. a 4.4. se presenta en comparativo porcentual entre tratamientos para las distintas fases.

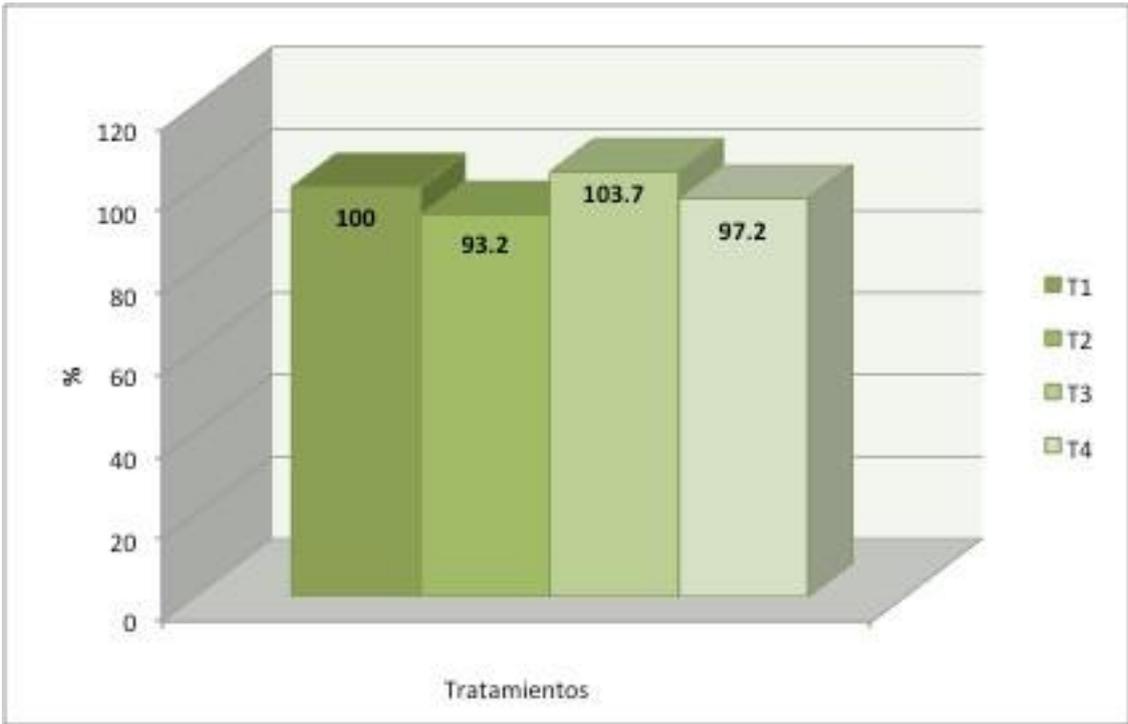


Figura 4.1. Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso en el Inicio

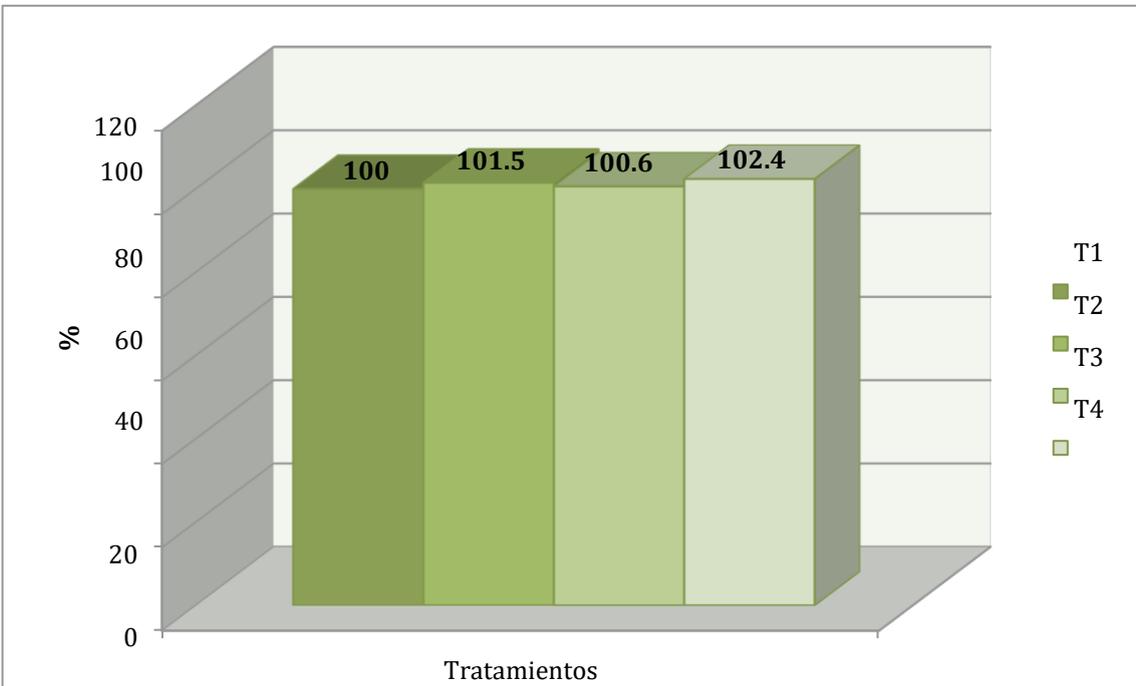


Figura 4.2. Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso en el Crecimiento

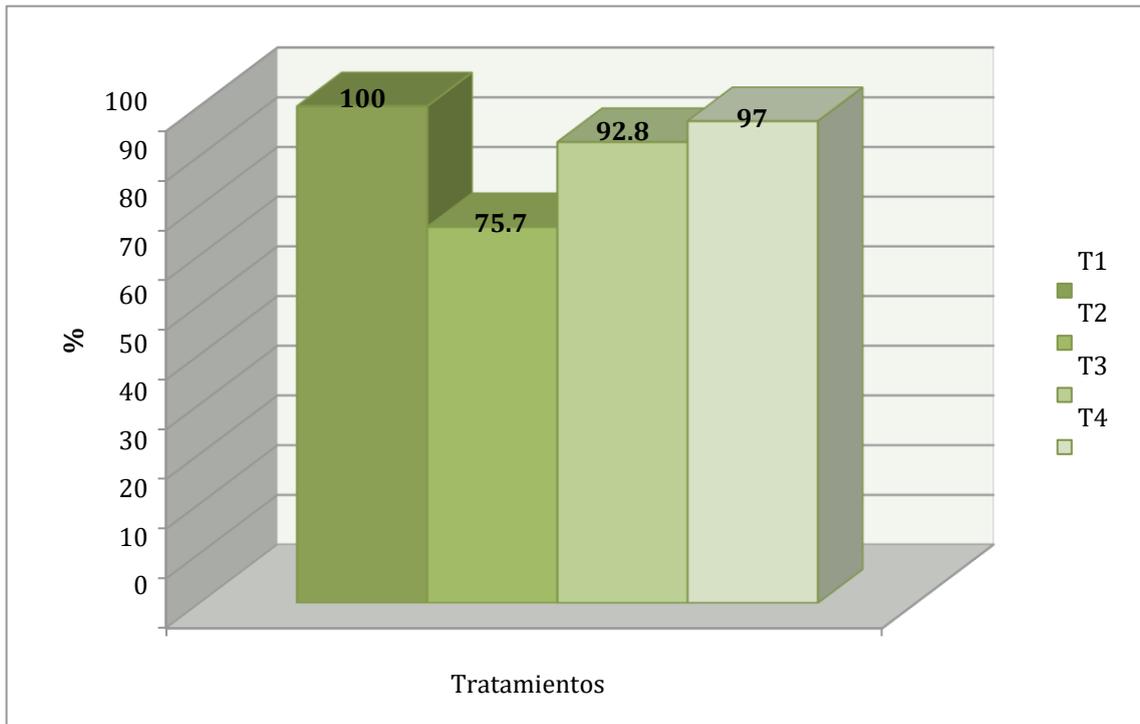


Figura 4.3. Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso en el Acabado

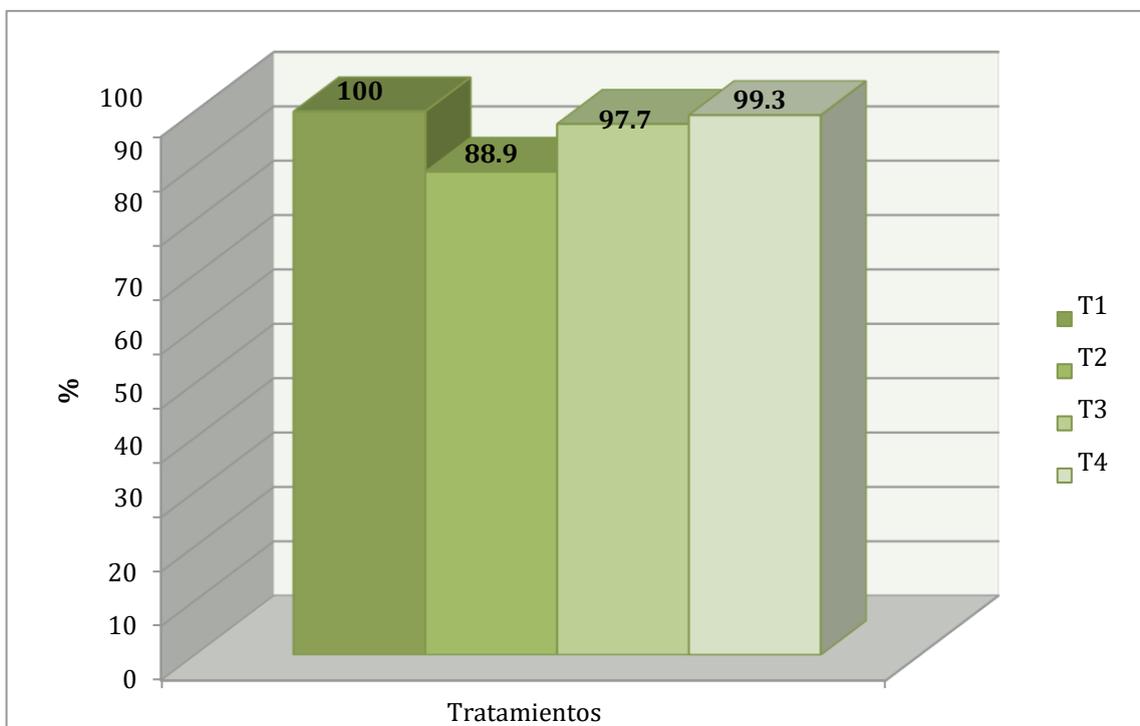


Figura 4.4. Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento acumulado de peso

Como se puede apreciar en las Figuras referidas en el párrafo precedente, en el Inicio los tratamientos 2 y 4 fueron menos eficientes que el testigo en 6.8 y 2.8%, respectivamente, en tanto que el tratamiento 3 fue más eficiente en 3.7%. En el Crecimiento todos los tratamientos que incluyeron el producto superaron al testigo, en 1.5, 0.6 y 2.4% respectivamente desde el segundo al cuarto. En el Acabado los tres tratamientos con el producto estuvieron por debajo, especialmente el tratamiento 2, del testigo en 24.3, 7.3 y 3% respectivamente para el 2, 3 y 4. Lo que sucedió en el Acabado influyó sobre el comportamiento del incremento acumulado de peso, así los tratamientos con el producto fueron menos eficientes que el testigo en 11.1, 2.3 y 0.7%, en el mismo orden de tratamientos.

El comportamiento descrito indicó que el entorno parece ser negativo para los pollos y que la presencia del APC neutralizó, en gran medida, a los factores adversos. Se apreció que conforme la presencia del producto con los extractos se hizo mayor los pollos tendieron a comportarse mejor hasta igualar al testigo. En las Figuras 4.5. y 4.6. se ilustra la regresión de los incrementos de peso sobre los tratamientos (presencia del producto) apreciándose el comportamiento mencionado.

En ambos casos la tendencia significativa fue la cuadrática, no obstante el coeficiente de determinación fue considerablemente más importante en el Acabado; los tratamientos explicaron 9% de las modificaciones en los incrementos acumulados de peso vivo, en tanto que en el Acabado fue de 20%, por esta razón el valor de F para la regresión fue casi el triple del alcanzado con los incrementos acumulados. Esta tendencia indicaría que podría ser necesario evaluar la inclusión de un nivel ligeramente mayor del producto o actuar sobre el ambiente con estrategias que permitan neutralizar condiciones sanitarias débiles y que afectarían en gran medida a los pollos de carne, los que son muy susceptibles a condiciones ambientales negativas.

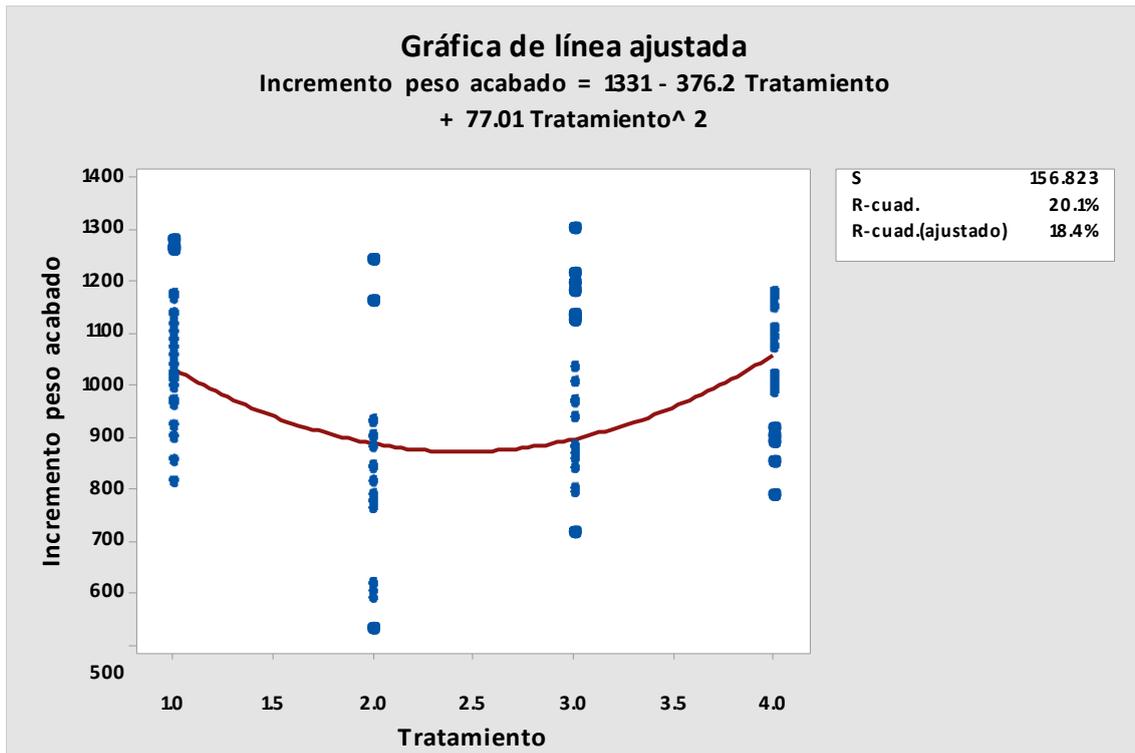


Figura 4.5. Regresión de los incrementos de peso del Acabado sobre los tratamientos

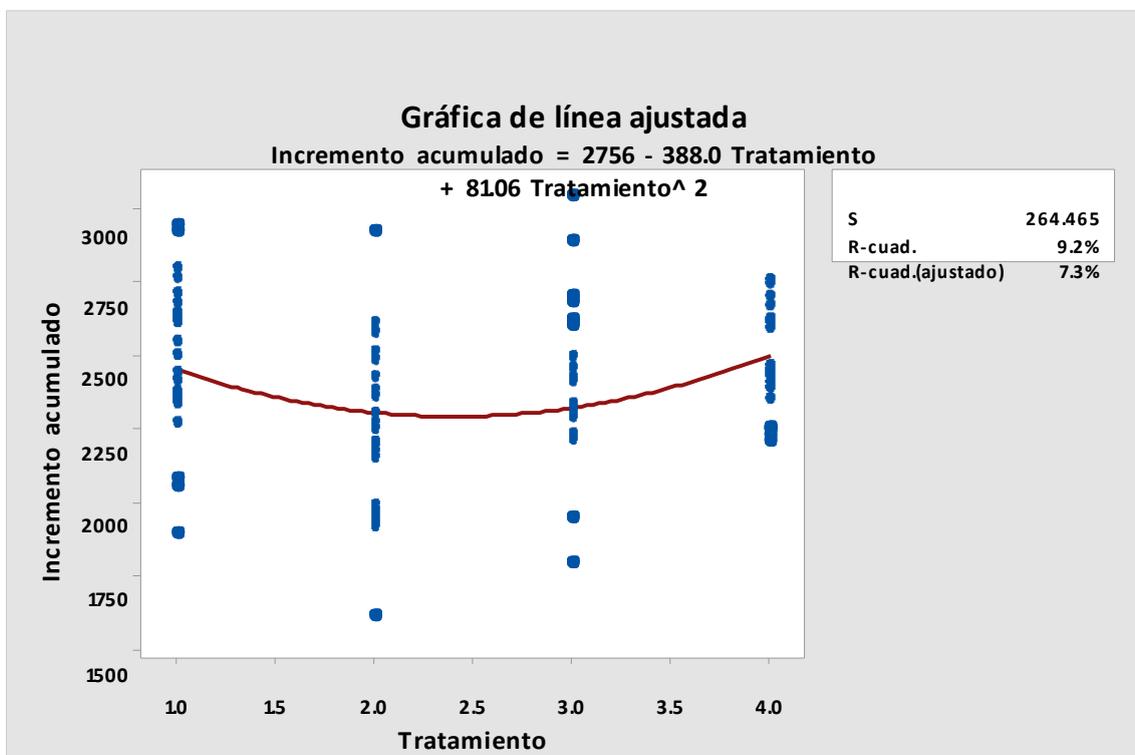


Figura 4.6. Regresión de los incrementos acumulados de peso sobre los tratamientos

Las investigaciones realizadas con APC (George *et al.*, 1982; Engberg *et al.*, 2000; Ferket, 2004; Sims *et al.*, 2004) han indicado que estos ejercen efectos no sólo sobre la micro-biota sino también sobre la anatomía y fisiología del epitelio intestinal, afectando el rendimiento de los animales que se podrían encontrar en desventaja sanitaria ambiental. Por lo que el comportamiento productivo de los tratamientos se fue mejorando conforme se incrementó la proporción del producto; como es sabido la CIM de los antibióticos es considerablemente mayor que la de los principios fitobióticos.

No obstante, los rendimientos alcanzados por los pollos se consideraron como muy buenos, teniendo en consideración las dificultades del ambiente en la zona experimental (alta humedad relativa, alta temperatura ambiental, principalmente) que podrían propiciar la presencia de elevada carga bacteriana en el entorno.

4.3. Conversión Alimenticia

Los resultados sobre conversión alimenticia en pollos Cobb 500 que recibieron un producto comercial con extractos de tomillo y algarrobo europeo en la dieta en Imacita se presentan en la Tabla 4.3.

Tabla N° 4.3.
Conversión alimenticia en pollos de carne que recibieron en el alimento un producto comercial de extractos de tomillo y algarrobo europeo en Imacita, Amazonas

Ítem	Tratamientos			
	1	2	3	4
Pollos/ tratamiento	25	25	25	25
Duración, días	42	42	42	42
Producto, %	00	0.15	0.30	0.45
APC	Sí	No	No	No
Conversión alimenticia:				
- 1 – 14 días	2.912	3.125	2.809	2.997
- 15 – 28 días	1.854	1.827	1.918	1.965
- 29 – 42 días	1.509	1.994	1.698	1.693
- 1 – 42 días	1.853	2.085	1.960	2.008

Es interesante notar que la eficiencia de utilización del alimento para incrementar peso vivo fue menor en las edades menores, como se aprecia dentro de cada tratamiento fueron mejorando conforme se incrementó la edad de los animales; comportamiento que no es típico, ya que la eficiencia de utilización del alimento para incrementar peso vivo es máxima a las menores edades y va desmejorando conforme los animales se hacen mayores, lo que se debe a la síntesis de tejidos que requieren más energía conforme crece y se desarrolla el organismo. Zeña (2018) reportó valores de conversión alimenticia de 1.196, 1.473, 1.624, 1.557 y 2.189 en promedio, respectivamente, para períodos de Pre-Inicio (7 días), Inicio (14 días), Crecimiento (7 días), Engorde (7 días) y Acabado (7 días), mostrando claramente la tendencia que se obtiene en la conversión alimenticia cuando las condiciones ambientales son adecuadas.

Sin embargo, dado que en el presente trabajo interesó el efecto del producto y ya que el efecto ambiental estuvo aleatorizado para todos los tratamientos, se apreció que en los primeros 14 días de edad el más eficiente en comparación al testigo fue el tratamiento 3 (3.5%); en el período siguiente (de 15 a 28 días) el tratamiento 2 fue más eficiente (1.5%); en tanto que en el último período de 14 días todos los tratamientos que recibieron el producto fueron menos eficientes que el testigo. En las Figuras 4.7. a 4.10. se muestra el comparativo porcentual entre tratamientos.

A pesar que se evidencia que las condiciones ambientales en la zona de Imacita no son las mejores para el pollo de carne, la conversión alimenticia obtenida en cada uno de los tratamientos puede considerarse adecuada, sobre todo la obtenida con los tratamientos 3 y 4.

Al comparar con valores de conversión alimenticia obtenidos por autores (Chozo, 2014; Armas, 2014; Aguilera, 2015; Paredes, 2015; Serquén, 2015; Cajusol,

2016; Sánchez, 2017; Taboada, 2018; Yovera, 2018) bajo condiciones ambientales adecuadas, de hecho, los obtenidos en el presente ensayo son menos eficientes.

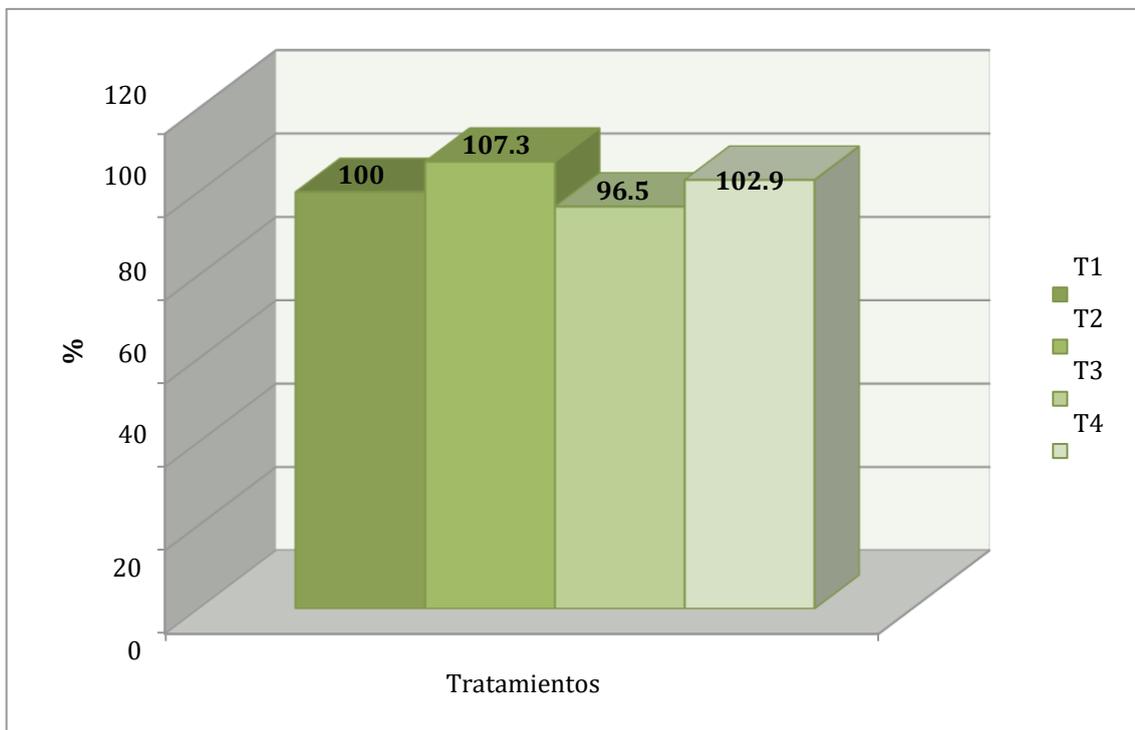


Figura 4.7. Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia en el Inicio

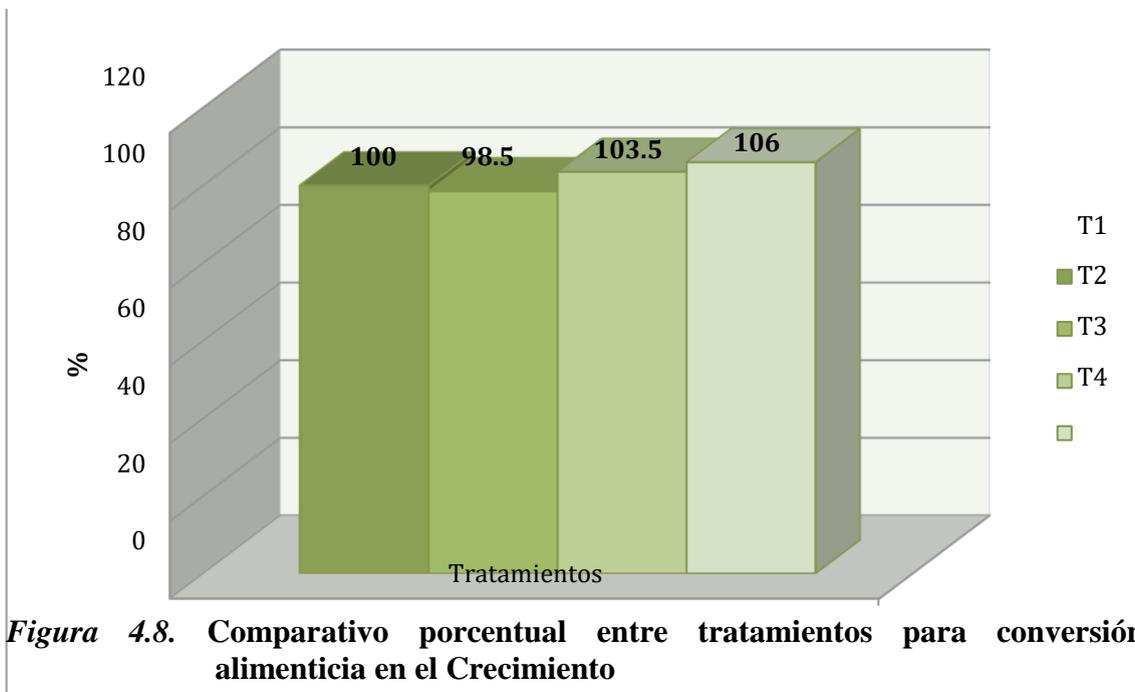


Figura 4.8. Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia en el Crecimiento

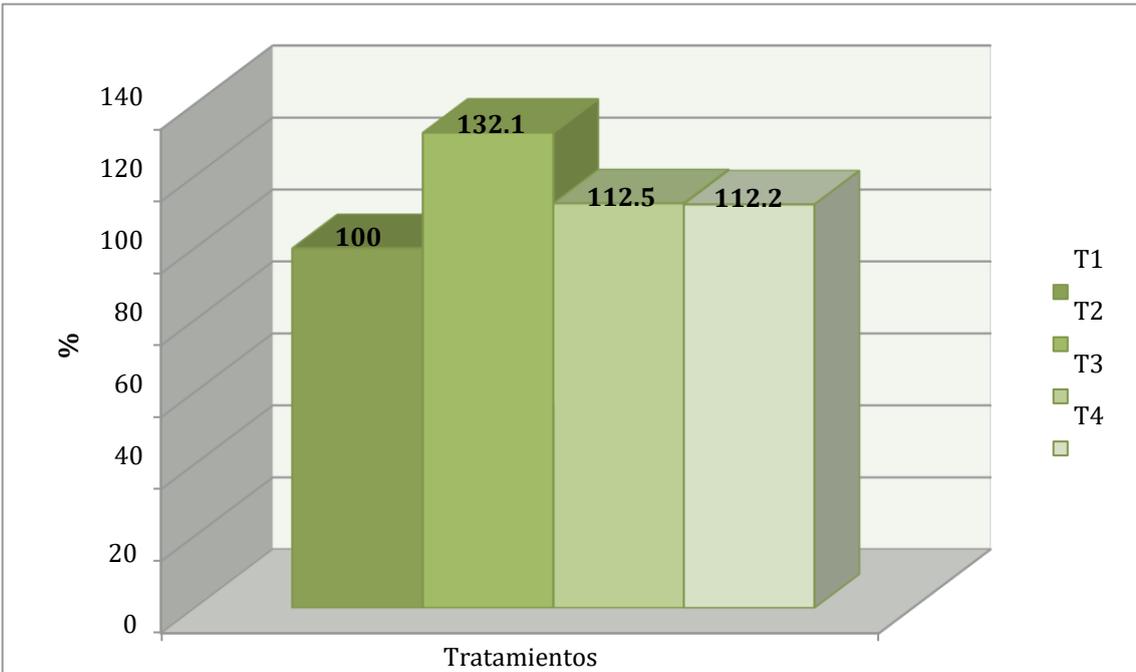


Figura 4.9. Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia en el Acabado

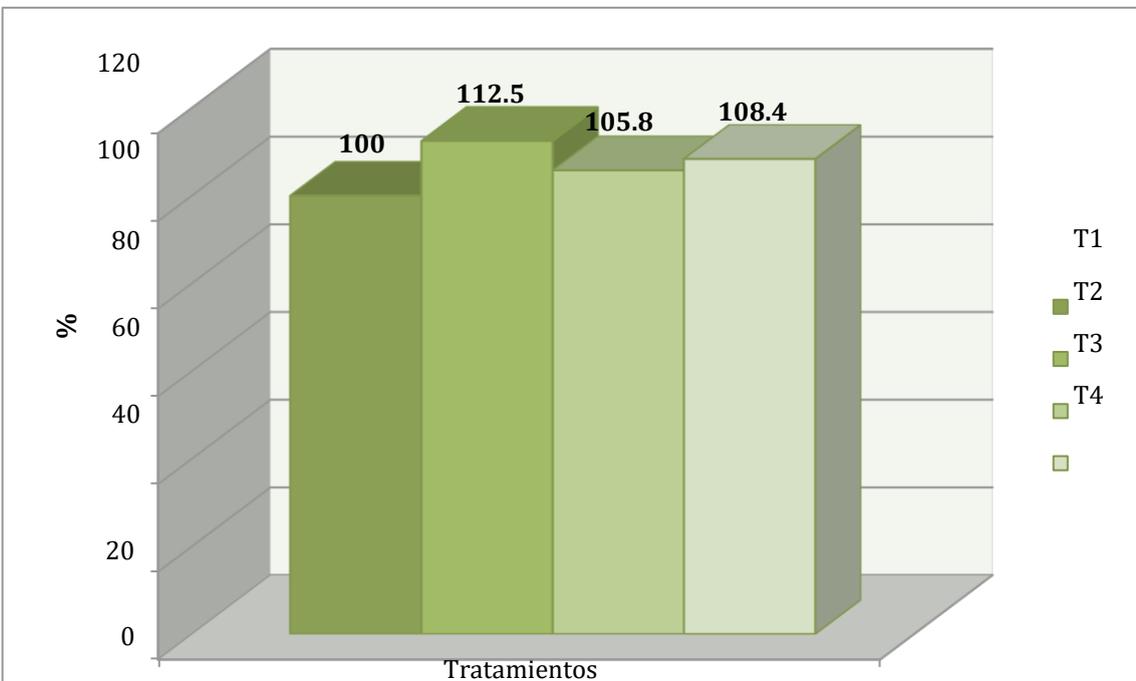


Figura 4.10. Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia acumulada

4.4. Mérito Económico

Los resultados referidos al mérito económico en pollos Cobb 500 que recibieron un producto comercial con extractos de tomillo y algarrobo europeo en la dieta en Imacita se presentan en la Tabla 4.4.

Tabla N° 4.4.
Mérito económico en pollos de carne que recibieron en el alimento un producto comercial de extractos de tomillo y algarrobo europeo en Imacita, Amazonas

Ítem	Tratamientos			
	1	2	3	4
Pollos/ tratamiento	25	25	25	25
Duración, días	42	42	42	42
Producto, %	00	0.15	0.30	0.45
APC	Sí	No	No	No
Gasto total en alimento, s/.	177.2	185.2	193.2	200.8
Incremento de peso/ lote, Kg.	62.05	55.16	55.75	59.18
Mérito económico, s/.	2.86	3.36	3.47	3.39

Dado que el producto tiene un precio de 30 soles por kilo, su incorporación al alimento implicó un gasto de 7.98, 15.95 y 23.57 soles respectivamente para los tratamientos 2, 3 y 4, al gasto en la fórmula base, sin APC, de estos tratamientos.

Considerando el incremento acumulado de peso por lote se pudo determinar que en los tratamientos 2, 3 y 4 se gastó 17.5, 21.3 y 18.5% más en alimento por kilo de peso vivo incrementado. El comparativo porcentual entre tratamientos se ilustra en la Figura 4.11.

Aún cuando el costo total de producción en el tratamiento 3 pudo estar en 5.80 soles, este pudo ser absorbido por el precio de venta (10 soles por kilo eviscerado), dado que en Imacita el ingreso de pollo eviscerado de otras zonas (Chiclayo vía Jaén) genera elevados precios de venta del pollo en la localidad.

Es importante tener en consideración que lo que se busca con ensayos como el presente es que se deje de utilizar APC, debido a que todos las personas tienen derecho a consumir alimentos inocuos.

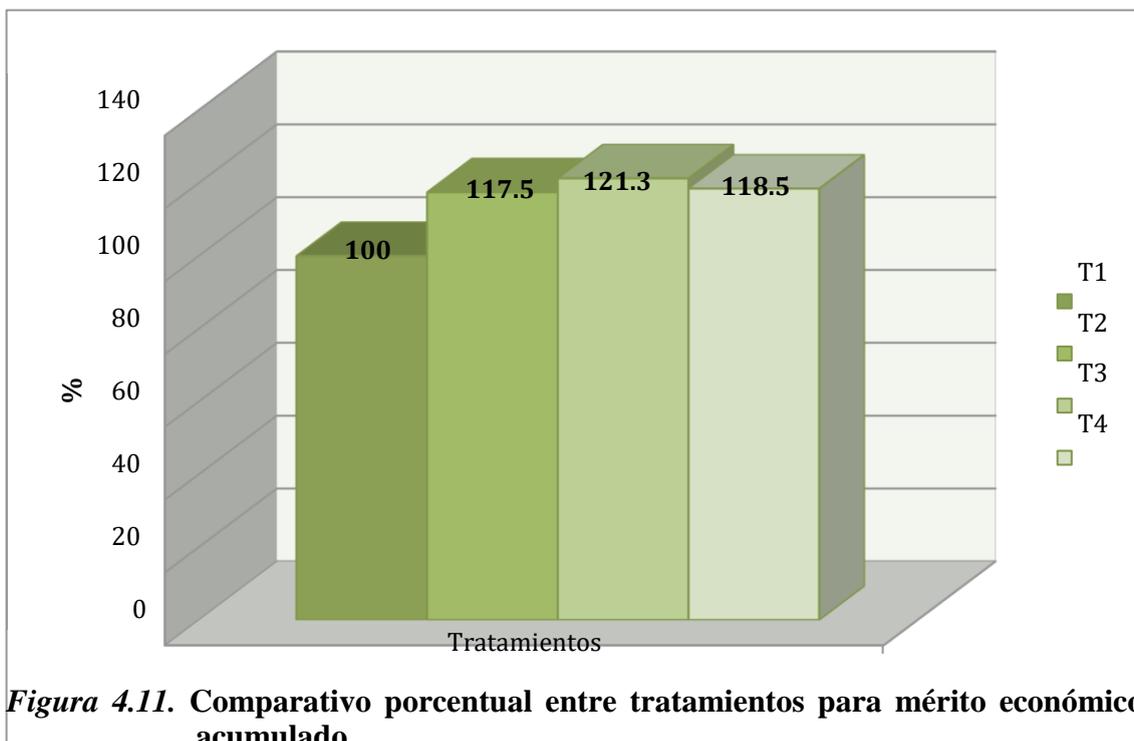


Figura 4.11. Comparativo porcentual entre tratamientos para mérito económico acumulado

Dadas las elevadas exigencias ambientales del pollo de carne, aparentemente es imprescindible el empleo de APC en la zona para lograr mejores rendimientos; sin embargo, como han indicado diferentes investigaciones a nivel mundial, su empleo se ha tornado insostenible, aunque sea por sospecha de desarrollo de antibiótico resistencia en las personas.

4.5. Aceptación de la Carne

Los resultados concernientes a la aceptación de la carne, por degustadores no entrenados, en pollos Cobb 500 que recibieron un producto comercial con extractos de tomillo y algarrobo europeo en la dieta en Imacita se presentan en la Tabla 4.5.

Se apreció que la media de aceptación de cada tratamiento estuvo por encima de la media de medición (7.5), lo que es lógico teniendo en consideración que el pollo es aceptado por la mayoría de los consumidores. También que así como la ausencia del APC propició mermas en el rendimiento, lo que fue cambiando conforme se incrementó la proporción del producto, se notó tendencia parecida con la aceptación.

Tabla 4.5.

Grado de aceptación de la carne de pollos que recibieron un producto comercial con extractos de tomillo y algarrobo europeo en la dieta en Imacita, Amazonas

Tratamiento	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
1 (con APC)	23	12.913 ^a	2.678	(11.453, 14.374)
2 (0.15% producto, sin APC)	23	8.261 ^c	4.266	(6.800, 9.721)
3(0.30% producto, sin APC)	23	10.043 ^{bc}	3.457	(8.583, 11.504)
4 (0.45% producto, sin APC)	23	11.217 ^{ab}	3.516	(9.757, 12.678)

^{ab} Letras diferentes sobre indicaron diferencias significativas entre tratamientos (P≤0.05, Tukey)

El análisis estadístico indicó que la distribución fue normal y que hubo homocedasticidad; el análisis de la varianza permitió determinar que las diferencias entre tratamientos alcanzaron significación estadística (P≤0.05), los más aceptados fueron los tratamientos 1 y 4.

La tendencia regresionada de la aceptación según los tratamientos se muestra en la Figura 4.12.

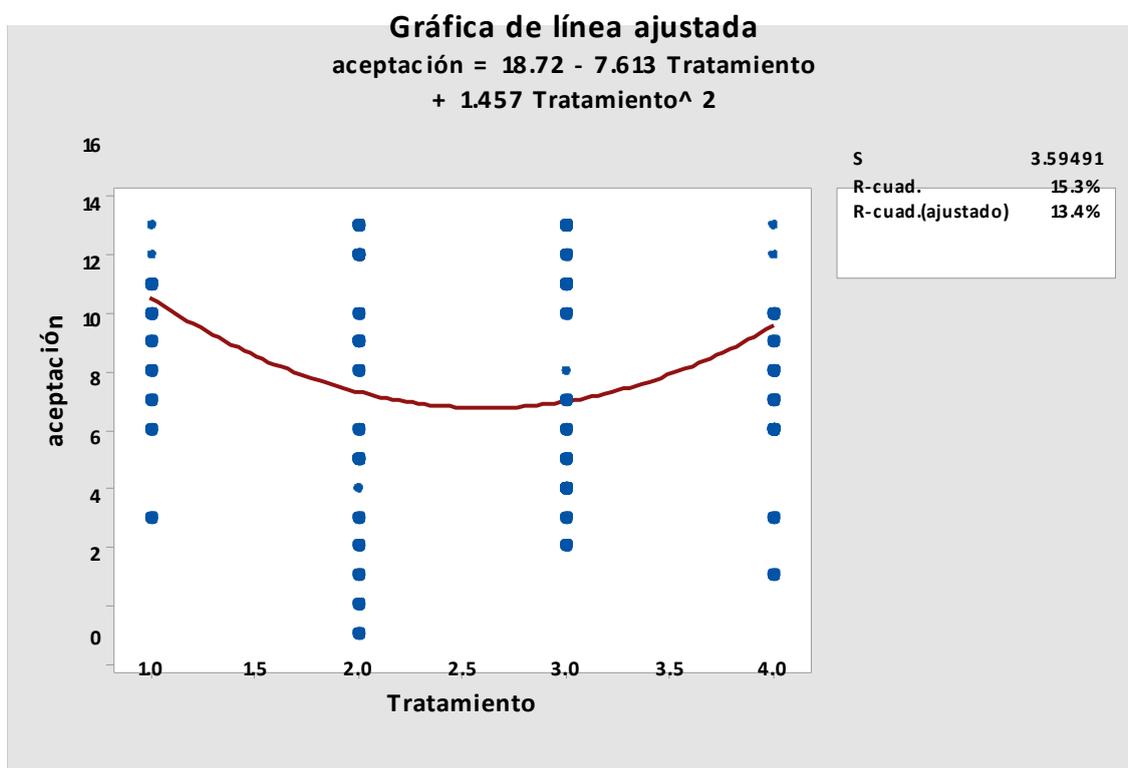


Figura 4.12. Línea de regresión ajustada para la aceptación de la carne según tratamientos

La significación de la regresión se debió a la componente cuadrática y el coeficiente de determinación indicó que los tratamientos explican 13.4% de la

aceptación. Aunque es un coeficiente de magnitud considerable, el coeficiente de no determinación indicaría que 86.6% de la aceptación dependen de factores ajenos a los tratamientos.

La prueba de degustación se ejecutó para determinar la aceptación de la carne de pollo que recibió el producto comercial con extractos de tomillo y algarrobo europeo y no para determinar las características peculiares de la carne, toda vez que los degustadores fueron no entrenados. Una serie de factores entran en juego en la aceptación, como es el caso de la consistencia de la misma, el sabor y el olor. Si bien la carne de pollo de granja es mucho más suave que la de corral es probable que la ausencia de APC en los tratamientos 2 y 3 haya ocasionado diferencias en la blandura, la que se recuperó cuando el producto con los extractos se utilizó en la proporción más alta. Sin embargo, esta teoría debería ser validada con ensayos específicos en Imacita.

Considerar el sabor y el olor no tiene mucho soporte toda vez que la aceptación disminuyó en los tratamientos 2 y 3, en los que el producto ya habría ejercido un efecto sobre estas variables componentes de la aceptación.

Empleando otras especies de acción fitobiótica, como el molle (*Schinus molle*), cúrcuma (*Curcuma longa*), ají (*Capsicum annuum*), romero (*Rosmarinus officinalis*), entre otras, se ha evidenciado efectos positivos sobre el grado de aceptación de la carne (Chozo, 2014; Armas, 2014; Clavo, 2014; Leyton, 2014; Paredes, 2015; Serquén, 2015; Zeña, 2018), pero en ambientes adecuados para el pollo de carne.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente trabajo de investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La presencia del producto comercial con extractos de tomillo y algarrobo europeo igualó los incrementos de peso del APC cuando estuvo en la proporción de 0.30 y 0.45%.
2. La eficiencia de utilización del alimento para incrementar peso vivo fue superior con el APC; sin embargo, se notó una tendencia a igualarla con 0.30% del producto comercial.
3. El empleo del producto comercial encareció el rendimiento entre 17 y 21% en comparación al APC.
4. La aceptación de la carne fue similar entre los tratamientos 1 (APC) y 4 (0.45% del producto comercial) y superior a la de los tratamientos 2 (0.15%) y 3 (0.30 del producto).

Recomendándose:

1. Continuar con la investigación que permita determinar con el fitobiótico que reemplace adecuadamente al APC en la producción de pollos de carne en la zona de Imacita, Amazonas.

VI. RESUMEN

El empleo de antibiótico promotor del crecimiento (APC) en la alimentación del pollo de carne se está haciendo cada vez más insostenible debido a las evidencias mundiales que vinculan su uso con la antibiótico-resistencia en las personas; se están ensayando una serie de principios de acción fitobiótica para reemplazar a los APC, los que han tenido algunos éxitos, pero no se han evaluado en zonas de elevada temperatura y humedad relativa como el distrito de Imaza, región Amazonas. Se implementó un ensayo en el que se evaluó el efecto del empleo de un producto comercial con extractos de tomillo y algarrobo europeo en la dieta sobre el rendimiento de pollos de carne, con los siguientes tratamientos: T1, testigo con APC; T2, 0.15%; T3, 0.30% y T4, 0.45% del producto. Los resultados indicaron que con 0.3% del producto se puede lograr incrementos de peso similares al testigo, pero con menor eficiencia en la utilización del alimento para incrementar peso vivo; el mérito económico se encareció y el grado de aceptación de la carne fue similar entre el testigo y el tratamiento 4. Es recomendable realizar investigaciones adicionales para determinar que producto de acción fitobiótica puede reemplazar con eficiencia técnica y económica a los APC.

VII. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Abed, L. F. (2007). Antimicrobial activity of essential oils of some medicinal plants from Saudi Arabia. *Saudi J. Biol. Sci.* 14:53-60.
- Aeschbach, R., Ölinger, J. L., y Scott, B. C. (1994). Antioxidant actions of thymol, carvacrol, 6-gingerol, zingerone and hydroxytyrosol. *Food and Chemical Toxicology*, 32 (1): 31–36.
- Aggarwal, B. B., y Shishodia, S. (2004). Suppression of nuclear factor-kappa B activation pathway by spice-derived phytochemicals: reasoning for seasoning. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1030:434-441.
- Aguilera, M. (2015). Granos secos de destilería con solubles en la alimentación de pollos de carne. Tesis. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Ahmed, M. M. (2010). Biochemical studies on nephroprotective effect of carob (*Ceratonia siliqua* L.) growing in Egypt. *Nature and Science*, 8: 41–47.
- Alonso, J. (2004). Tratado de Fitofármacos y Nutraceuticos. 1a ed. Argentina. Pp. 928 - 230 , 1037-1041.
- Ankri, S., y Mirelman, D. (1999). Antimicrobial properties of allicin from garlic. *Microbes Infect.* 2:125-129.
- Armas, M. (2014). Zeolitas en la dieta de pollos de carne. Tesis. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Avallone, R., Plessi, M., Baraldi, M., and Monzani, A. (1997). Determination of chemical composition of Carob (*Ceratonia siliqua*): Protein, fat, carbohydrates, and tannins. *Journal of Food Composition and Analysis*, 10: 166-172.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., y Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils – A review. *Food Chem. Toxicol.* 46:446-475.
- Battle, I., and Tous, J. (1997). Carob Tree. *Ceratonia siliqua* L. Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops. vol. 17. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gater- sleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Baydar, H., Sağdıç, O., Özkan, G., y Karadoğan, T. (2004). Antibacterial activity and composition of essential oils from Origanum, Thymbra and Satureja species with commercial importance in Turkey. *Food Control.* 15:169-172.
- Bishop, C. D. (1995). Anti-viral activity of the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. *J. Essential Oil Res.* 7:641-644.
- Botsoglou, N. A., Florou-Paner, P., Christaki, E., Fletouris, D. J., y Spais, A. B. (2002). Effect of dietary oregano essential oil on performance of chickens and on iron-induced lipid oxidation of breast, thigh and abdominal fat tissues. *Br. Poult. Sci.* 43:223-230.
- Bouzouita, N., A. Khaldi, S. Zgoulli, R. Chebil, R. Chekki, M. M. Chaabouni, M. M. (2006). The analysis of crude and purified locust bean gum: A comparison of samples from different carob tree populations in Tunisia. *Food Chemistry*, 101: 1508–1515.
- Bowles, B. L., y Miller, A. J. (1993). Antibotulinal properties of selected aromatic and aliphatic aldehydes. *J. Food Prot.* 56:788-794.
- Braga, P. C., Dal Sasso, M., Culici, M., Bianchi, T., Bordoni, L., y Marabini, L. (2006). Anti-inflammatory activity of thymol: inhibitory effect on the release of human neutrophil elastase. *Pharmacology*, 77 (3): 130–136.
- Brand, E. (1984). Carob. *Nutrition and Food Science*, 91(6): 22–24.

- Burt, S. (2004). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94: 223-253.
- Burt, S. A., van der Zee, R., Koets, A. P., de Graaff, A. M., van Knapen, F., Gaastra, W.,...Veldhuizen, E. J. A. (2007). Carvacrol induces heat shock protein 60 and inhibits synthesis of flagellin in *Escherichia coli* O157:H7. *Appl. Env. Microbiol.* 73:4484-4490.
- Cajusol, E. (2016). Suplementación, a través de la dieta de pollos de carne, de un emulsificante-surfactante. Tesis. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Calsamiglia, S., Busquet, M., Cardozo, P. W., Castillejos, L., y Ferret, A. (2007). Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *J. Dairy Sci.* 90:2580-2595.
- Carson, C. F., Mee, B. J., y Roley, T. V. (2002). Mechanism of action of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil on *Staphylococcus aureus* determined by time-kill, lysis, leakage and salt tolerance assays and electron microscopy. *Antimicrob. Agents Ch.* 46:1914-1920.
- Char, C., Yoplac, I., & Escalona, V. H. (2016). Microbiological and Functional Quality of Ready-to-Eat Arugula as Treated by Combinations of UV-C and Nonconventional Modified Atmospheres. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(3).
- Choi, C. Y., Park, K., Lee, J., Jeon, Y. J., Liu, K., Oh, S., Kim, D., y Yea, S. S. (2007). Isoeugenol suppression of inducible nitric oxide synthase expression is mediated by down-regulation of NF- κ B, ERK1/2, and p38 kinase. *Eur. J. Pharmacol.* 576:151-159.
- Chozo, A. (2014). Residuo de pimienta en la dieta de pollos de carne. Tesis. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Clavo, E. (2015). Cúrcuma (*Curcuma longa*), Romero (*Rosmarinus officinalis*) y Canela (*Cinnamomum zeylanicum*), en proporción 50: 30: 20, en la dieta de pollos de carne. Tesis. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Corsi, L., Avallone, R., Cosenza, F., Farina, F., Baraldi, C., and Baraldi, M. (2002). Antiproliferative effects of *Ceratonia siliqua* L. on mouse hepatocellular carcinoma cell line. *Fitoterapia*, 73: 674–684.
- Curtis, A., Race, D., and Booth, B. (1998). Carob agroforestry in the low rainfall: A market and economic assessment. Publication No. 98/8. Australia: Rural Industry Research and Development Corporation (RIRDC).
- Dinarello, C. A. (2000). Proinflammatory cytokines. *Chest*. 118:503-508.
- Dionísio, M., and Grenha, A. (2012). Locust bean gum: Exploring its potential for biopharmaceutical applications. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 4(3): 175–185.
- Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P., y Vidal, N. (2006). Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chem.* 97:654-660.
- Dorman, H. J. D. y Deans, S. G. (2000). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J. Appl. Microbiol.* 88:308-316.
- Duke, J. A. (1986). CRC handbook of medicinal herbs. CRC press, Florida.
- Dundar, E., Olgun, E. G., Isiksoy, S., Kurkcuglu, M., Baser, K. H. C., y Bal, C. (2008). The effects of intra-rectal and intra-peritoneal application of *Origanum*

- onites L. essential oil on 2, 4, 6-trinitrobenzenesulfonic acid-induced colitis in the rat. *Exp. Toxicol. Pathol.* 59:399-408.
- Dung, N. T., Bajpai, V. K., Yoon, J. I., y Kang, S. C. (2009). Anti-inflammatory effects of essential oil isolated from the buds of *Cleistocalyx operculatus* (Roxb.) Merr and Perry. *Food Chem. Toxicol.* 47:449-453.
- Economou, K. D., Oreopoulou, V., y Thomopoulos, C. D. (1991). Antioxidant activity of some plant extracts of the family Labiatae. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 66:792-799.
- Engberg, R. M., Hedemann, M. S., Leser, T. D., and Jensen, B. B. (2000). Effect of zinc bacitracin and salinomycin on intestinal microflora and performance of broilers. *Poult. Sci.* 79:1311– 1319.
- Essawi, T. y Srour, M. (2000). Screening of some Palestinian medicinal plants for antibacterial activity. *Journal of Ethnopharmacology*, 70 (3): 343–349.
- Estrada, S. (2010). Determinación de la actividad antibacteriana *in vitro* de los extractos de romero (*Rosmarinus officinalis*) y tomillo (*Thymus vulgaris*). Tesis. Escuela de Bioquímica y Farmacia, Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Farag, R. S., Daw, Z. Y., Hewed, F. M., y El-Baroty, G. S. A. (1989). Antimicrobial activity of some Egyptian spice essential oils. *J. Food Protec.* 52:665-667.
- Ferket, P. R. (2004). Alternatives to antibiotics in poultry production: Responses, practical experience and recommendations. In: Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries. (T. P. Lyons and K. A. Jacques, ed.) Nottingham Univ. Press, Nottingham, UK. Pages 57–67.
- Frankič, T., Levart, A., y Salobir, J. (2010). The effect of vitamin E and plant extract mixture composed of carvacrol, cinnamaldehyde and capsaicin on oxidative stress induced by high PUFA load in young pigs. *Animal.* 4:572-578.
- Garozzo, A., Timpanaro, R., Bisignano, B., Furneri, P. M., Bisignano, G., y Castro, A. (2009). In vitro antiviral activity of Melaleuca alternifolia essential oil. *Lett. Appl. Microbiol.* 49:806-808.
- George, B. A., Quarles, C. L., and Fagerberg, D. J. (1982). Virginiamycin effects on controlling necrotic enteritis infection in chickens. *Poult. Sci.* 61:447–450. Gharnit, N., El Mtili, N., Ennabili, A., and Sayah, F. (2006). Pomological characterization of carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) from the province of Chefchaouen (NW of Morocco). *Moroccan Journal of Biology*, 2–3, 1–11.
- Ghosh, S., Mary, M. J., y Kopp, E. B. (1998). NF- κ B and Rel proteins: evolutionary conserved mediators of immune responses. *Annu. Rev. Immunol.* 16:225-260.
- Gülçin, İ., Şat, İ. G., Beydemir, Ş., Elmastaş, M., y Küfrevioğlu, Ö. I. (2004). Comparison of antioxidant activity of clove (*Eugenia caryophyllata* Thunb) buds and lavender (*Lavandula stoechas* L.). *Food Chem.* 87:393-400.
- Hammer, K. A., Carson, C. F., y Riley, T. V. (1999). Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *J. Appl. Microbiol.* 86:985-990.
- Hart, P. H., Brand, C., Carson, C. F., Riley, T. V., Prager, R. H., y Finlay-Jones, J. J. (2000). Terpinen-4-ol the main component of the essential oil of Melaleuca alternifolia (tea tree oil), suppresses inflammatory mediator production by activated human monocytes. *Inflamm. Res.* 49:619-626.
- Helander, I. M., Alakomi, H. –L., Latva-Kala, K., Mattila-Sandholm, T., Pol, I., Smid, E. J.,... Von Wright, A. (1998). Characterization of the action of selected essential oil components on Gram-negative bacteria. *J. Agr. Food Chem.* 46:3590-3595.
- Hiscott, J., Marois, J., Garoufalos, J., D'Addario, M., Roulston, A., Kwan, I.,... Fenton, M. (1993). Characterization of a functional NF- κ B site in the human interleukin

- 1 β promotor: evidence for a positive autoregulatory loop. *Mol. Cell. Biol.* 13:6231-6240.
- Hoefler, A. C. (2004). Hydrocolloids. In: Eagan press handbook series. St. Paul, Minnesota: Eagan Press.
- Hudaib, M., Speroni, E., Di Pietra, A. M., and Cavrini, V. (2002). GC/MS evaluation of thyme (*Thymus vulgaris* L.) oil composition and variations during the vegetative cycle. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 29 (4): 691–700.
- Jobin, C., Bradham, C. A., Russo, M. P., Juma, B., Narula, A.S., Brenner, D.A., y Sartor, R. B. (1999). Curcumin blocks cytokine-mediated NF- κ B activation and proinflammatory gene expression by inhibiting inhibitory actor I- κ B kinase activity. *J. Immunol.* 163:3474-3483.
- Juven, B. J., Kanner, J., Schved, F., y Weisslowicz, H. (1994). Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents. *J. Appl. Bacteriol.* 76:626-631.
- Karababa, E., and Coşkuner, Y. (2013). Physical properties of carob bean (*Ceratonia siliqua* L.): an industrial gum yielding crop. *Ind. Crop. Prod.* 42: 440–446.
- Kerrola, K. (1995). Literature review: Isolation of essential oils and flavor compounds by dense carbon dioxide. *Food Rev. Int.*, 11:547-573.
- Kim, S. S., Oh, O., Min H., Park, E., Kim, Y., Park, H. J.,...Lee, S. K. (2003). Eugenol suppresses cyclooxygenase-2 expression in lipopolysaccharide-stimulated mouse macrophage RAW264.7 cells. *Life Sci.* 73:337-348.
- Kivçak, B., Mert, T., Ozturk, H. T. (2002). Antimicrobial and cytotoxic activity of *Ceratonia siliqua* L. Extracts. *Turk Journal Biology*, 26: 197–200.
- Knobloch, K., Pauli, A., Ibertl, B., Weigand, H., y Weis, N. (1989). Antibacterial and antifungal properties of essential oil components. *J. Essential Oil Res.* 1:119-128.
- Kumazawa, S., Taniguchi, M., Suzuki, Y., Shimura, M., Kwon, M., and Nakayama, T. (2002). Antioxidant activity of polyphenols in carob pods. *J. Agric. Food Chem.* 50, 373– 377.
- Lambert, R. J. W., Skandamis, P. N., Coote, P. J., y Nychas, G. –J. E. (2001). A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *J. Appl. Microbiol.* 91:453-462.
- Landa, P., Kokoska, L., Pribylova, M., Vanek, T., y Marsik, P. (2009). In vitro anti-inflammatory activity of carvacrol: inhibitory effect on COX-2 catalyzed prostaglandin E2 biosynthesis. *Arch. Pharm. Res.* 32:75-78.
- Lang, A., Lahav, M., Sakhnini, E., Barshack, I., Fidder, H. H., Avidan, B., Bardan, E., Hershkoviz, R., Bar-Meir, S., y Chowders, Y. (2004). Allicin inhibits spontaneous and TNF- α induced secretion of proinflammatory cytokines and chemokines from intestinal epithelial cells. *Clin. Nutr.* 23:1199-1208.
- Lawrence, B. M. y Reynolds, R. J. (1984). Progress in essential oils. *Perfumer and Flavorist.* 9:23-31.
- Lee, K. -W., Events, H., and Beynen, A. C. (2004). Essential oils in broiler nutrition. *Int. J. Poult. Sci.* 3:738-752.
- Lee, S. H., Lee, S. Y., Son, D. J., Lee, H., Yoo, H. S., Song, S., Oh, K. W., Han, D. C., B. M. K, y Hong, J. T. (2005). Inhibitory effect of 2'-hydroxycinnamaldehyde on nitric oxide production through inhibition of NF- κ B activation in RAW 264.7 cells. *Biochem. Pharmacol.* 69:791-799.
- Lee, Y., Hung, S., Pai, S., Lee, Y., and Yang, S. (2007). Eugenol suppressed and expression of lipopolysaccharide-induced proinflammatory mediators in human macrophages. *J. Endod.* 33:698-702.

- Lens-Lisbonne, C., Cremieux, A., Maillard, C., and Balansard, G. (1987). Methods for evaluation of antibacterial activity of essential oils: application to essences of thyme and cinnamon. *J. Pharm. Belg.* 42:297-302.
- Leyton, C. 2014. Semillas de molle (*Schinus molle*) en la dieta de pollos de carne. Tesis para optar el título profesional de Ing. Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Li, W., Tsubouchi, R., Qiao, S., Haneda, M., Murakami, K., and Yoshino, M. (2006). Inhibitory action of eugenol compounds on the production of nitric oxide in RAW264.7 macrophages. *Biomed. Res.* 27:69-74.
- MacMicking, J., Xie, Q., y Nathan, C. (1997). Nitric oxide and macrophage function. *Annu. Rev. Immunol.* 15:323-350.
- McCall, M. R. y Frei, B. (1999). Can antioxidant vitamins materially reduce oxidative damage in humans? *Free Radical Biol. Med.* 26:1034-1053.
- McDowell, L. R.; J. H. Conrad; J. E. Thomas, and L. E. Harris. 1974. Latin American Tables of Feed Composition. University of Florida. Gainesville, Florida, USA.
- Miladi, H., T. Zmantar, Y. Chaabouni, K. Fedhila, A. Bakhrouf, K. Mahdouanni, K. Chaieb. Antibacterial and efflux pump inhibitors of thymol and carvacrol against food-borne pathogens, *Microbial Pathogenesis* (2016), doi: 10.1016/j.micpath.2016.08.008
- Miura, K., H. Kikuzaki, and N. Nakatani. 2002. Antioxidant activity of chemical components from sage (*Salvia officinalis* L.) and thyme (*Thymus vulgaris* L.) measured by the oil stability index method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (7): 1845–1851.
- Moon, T., Wilkinson, J. M., y Cavanagh, H. M. A. (2006). Antiparasitic activity of two Lavandula essential oils against *Giardia duodenalis*, *Trichomonas vaginalis* and *Hexamita inflata*. *Parasitol. Res.* 99:722-728.
- Moran, 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.
- Neukom, H. (1988). Carob bean gum: properties and applications. In: P. Fito & A. Mulet (Ed.), II International Carob Symposium (pp. 551–555). Valencia, Spain.
- Nyerges, C. (1978). The chocolate that is good for you. *Organic Gardening*, 12: 122–126.
- Oboh, G., Puntel, R. L., y Rocha, J. B. T. (2007). Hot pepper (*Capsicum annum*, Tepin and *Capsicum chinese*, Habanero) prevent Fe²⁺-induced lipid peroxidation in brain – in vitro. *Food Chem.* 102:178-185.
- Ortega, N., Macià, A., Romero, M.-P., Reguant, J., and Motilva, M.-J. (2011). Matrix composition effect on the digestibility of carob flour phenols by an in-vitro digestion model. *Food Chemistry*, 124(1): 65–71.
- Ostle, B. (1979). Estadística Aplicada. Limusa. México. 629 pp.
- Pandey, R., Kalra, A., Tandon, S., Methrotra, N., Singh, H. N., y Kumar, S. (2000). Essential oils as potent sources of nematicidal compounds. *J. Phytopathology.* 148:501-502.
- Paredes, M. (2015). Inclusión progresiva de residuos de ají en la dieta de pollos de carne. Tesis. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Pessoa, L. M., Morais, S. M., Bevilaqua, C. M. L., y Luciano, J. H. S. (2002). Anthelmintic activity of essential oil of *Ocimum gratissimum* Linn. and eugenol against *Haemonchus contortus*. *Vet. Parasitol.* 109:59-63.

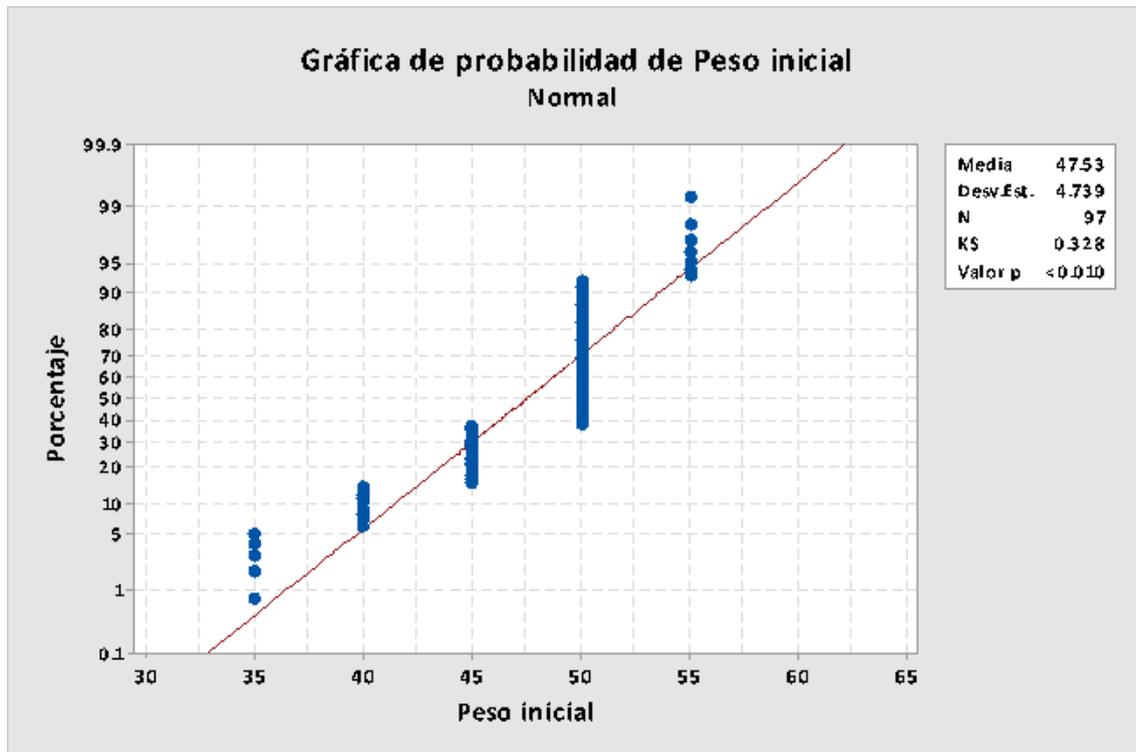
- Pettigrew, J. E. (2006). Reduced use of antibiotic growth promoters in diets fed to weanling pigs: dietary tools, part 1. *Anim. Biotechnol.* 17:207-215.
- Pinto, E., Pina-Vaz, C., Salgueiro, L., Gonçalves, M. J., Costa-de-Oliveira, S., Cavaleiro, C., Palmeira, A., Rodrigues, A., y Martinez-de-Oliveira, J. (2006). Antifungal activity of the essential oil of *Thymus pulegioides* on *Candida*, *Aspergillus* and dermatophyte species. *J. Med. Microbiol.* 55:1367-1373.
- Rice, N. R. y Ernst, M. K. (1993). *In vivo* control of NF- κ B activation by I κ B α . *The EMBO Journal.* 12:4685-4695.
- Rizzo, V., Tomaselli, F., Gentile, A., La Malfa, S., and Maccarone, E. (2004). Rheological properties and sugar composition of locust bean gum from different carob varieties (*Ceratonia siliqua* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 7925–7930.
- Roseiro, L. B., Duarte, L. C., Oliveira, D. L., Roque, R., Bernardo-Gil, M. G., Martins, A. I., Sepúlveda, C., Almeida, J., Meireles, M., Gírio, F. M., and Rauter, A. P. (2013a). Super-critical, ultrasound and conventional extracts from carob (*Ceratonia siliqua* L.) biomass: effect on the phenolic profile and antiproliferative activity. *Ind. Crop. Prod.* 47, 132–138.
- Roseiro, L. B., Tavares, C. S., Roseiro, J. C., and Rauter, A. P. (2013b). Antioxidants from aqueous decoction of carob pods biomass (*Ceratonia siliqua* L.): optimization using response surface methodology and phenolic profile by capillary electrophoresis. *Ind. Crop. Prod.* 44, 119–126.
- Sánchez, K. (2017). Rendimiento de pollos de carne con un potenciador nutricional comercial en la dieta. Tesis. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Sandolo, C., Coviello, T., Matricardi, P., and Alhaique, F. (2007). Characterization of polysaccharide hydrogels for modified drug delivery. *European Biophysics Journal*, 36(7), 693–700.
- Santos, M., Savón, L., Lon-Wo, E., Gutiérrez, O., & Herrera, M. (2014). Inclusión de harina de hojas de *Morus alba*: su efecto en la retención aparente de nutrientes, comportamiento productivo y calidad de la canal de pollos cuello desnudo. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(3).
- Scheffler, E. (1982). Bioestadística. Fondo Educativo Interamericano. EE. UU. de N. A.
- Sebai, H., Souli, A., Chehimi, L., Rtibi, K., Amri, M., El-Benna, J., and Sakly, M. (2013). *In vitro* and *in vivo* antioxidant properties of Tunisian carob (*Ceratonia siliqua* L.). *J. Med. Plants Res.* 7 (2), 85–90.
- Serquén, E. (2015). Proporción 50: 50 de romero (*Rosmarinus officinalis*) y canela (*Cinnamomum zeylanicum*) en la dieta de pollos de carne. Tesis. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Sęczyk, Ł., Świeca, M., and Gawlik-Dziki, U. (2016). Effect of carob (*Ceratonia siliqua* L.) flour on the antioxidant potential, nutritional quality, and sensory characteristics of fortified durum wheat pasta. *Food Chemistry*, 194: 637–642.
- Sims, M. D., Dawson, K. A., Newman, K. E., Spring, P., and Hooge, D. M. (2004). Effects of mannan oligosaccharide, bacitracin methylene disalicylate, or both on live performance and intestinal microbiology of turkeys. *Poult. Sci.* 83:1148–1154.
- Slamenova, D., Horvathova, E., Marsalkova, L., y Wsolova, L. (2008). Carvacrol given to rats in drinking water reduces the level of DNA lesions induced in freshly isolated hepatocytes and testicular cells by H₂O₂. *Neoplasma.* 55:394-399.

- Sökmen, M., Serkedjieva, J., Daferera, D., Gulluce, M., Polissiou, M., Tepe, B., Akpulat, H. A., Sahin, F, y Sokmen, A. (2004). In vitro antioxidant, antimicrobial, and antiviral activities of the essential oil and various extracts from herbal parts and callus cultures of *Origanum acutidens*. *J. Agric. Food Chem.* 52:3309-3312.
- Soliman, K. M. y Badeaa, R. I. (2002). Effect of oil extracted from some medicinal plants on different mycotoxigenic fungi. *Food and Chemical Toxicology*, 40 (11): 1669–1675.
- Sosa, S., Altinier, G., Politi, M., Braca, A., Morelli, I., y Loggia, R. D. (2005). Extracts and constituents of *Lavandula multifida* with topical anti-inflammatory activity. *Phytomedicine*. 12:271-277.
- Stein, H. H. y Kil, D. Y. (2006). Reduced use of antibiotic growth promoters in diets fed to weanling piglets: dietary tools, part 2. *Anim. Biotech.* 17:217-231.
- Surburg, H. y Panten, J. (2006). Common fragrance and flavor materials: preparation, properties and uses. Wiley-VCH, Weinheim, p 289-303.
- Suzuki, Y. y Furuta, H. (1988). Stimulation of guinea pig neutrophil superoxide anion-producing system with thymol. *Inflammation*, 12 (6): 575–584.
- Taboada, R. (2018). Reforzamiento vitamínico-mineral, aminoácidos y probióticos de la dieta de pollos de carne. Tesis. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Teissedre, P. L. y Waterhouse, A. L. (2000). Inhibition of oxidation of human low-density lipoproteins by phenolic substances in different essential oils varieties. *J. Agric. Food Chem.* 48:3801-3805.
- Tung, Y., Chua, M., Wang, S., y Chang, S. (2008). Anti-inflammation activities of essential oil and its constituents from indigenous cinnamon (*Cinnamomum osmophloeum*) twigs. *Bioresource Technol.* 99:3908-3913.
- Turnbull, L. A., Santamaria, L., Martorell, T., Rallo, J., and Hector, A. (2006). Seed size variability: From carob to carats. *Biology Letters*, 2: 397–400.
- Ultee, A. y Smid, E. J. (2001). Influence of carvacrol on growth and toxin production by *Bacillus cereus*. *Int. J. Food Microbiol.* 64:373-383.
- Vekiari, A.S., Ouzounidou, G., Gork, G., Ozturk, M., and Asfi, M. (2012). Compositional changes of major chemical compounds in Greek carob pods during development. *Bull. Chem. Soc. Ethiop.* 26: 343–351.
- Venturini, M. E., Blanco, D., and Oria, R. 2002. In vitro antifungal activity of several antimicrobial compounds against *Penicillium expansum*. *Journal of Food Protection*, 65 (5): 834–839.
- Wang, Y., Belton, S. B., Bridon, H., Garanger, E., Wellner, N., and Parker, M. L. (2001). Physicochemical studies of caroubin: A gluten like protein. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 3414–3419.
- Wikipedia. (2016). *Ceratonia siliqua*. [es.wikipedia.org/wiki/Ceratonia_siliqua] [Accedido en abril de 2016].
- Wong, S. Y. Y., Grant, I. R., Friedman, M., Elliott, C. T., y Situ, C. (2008). Antibacterial activities of naturally occurring compounds against *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis. *Appl. Env. Microbiol.* 74:5986-5990.
- Xie, Q., Kashiwabara, Y., y Nathan, C. (1994). Role of transcription factor NF-κB/Rel in induction of nitric oxide synthase. *J. Biol. Chem.* 269:4705-4708.
- Xu, J., Zhou, F., Ji, B. –P., Pei, R. –S., y Xu, N. (2008). The antibacterial mechanism of carvacrol and thymol against *Escherichia coli*. *Lett. Appl. Microbiol.* 47:174-179.
- Yousif, A. K., and Alghzawi, H. M. (2000). Processing and characterization of carob powder. *Food Chemistry*, 69: 283–287.

- Youssef, M. K. E., El-manfaloty, M. M., and Ali, H. M. (2013). Assessment of proximate chemical composition, nutritional status, fatty acid composition and phenolic compounds of carob (*Ceratonia siliqua* L.). *Food Chemistry*, 3(6): 304–308.
- Yovera, M. (2018). Rendimiento de pollos de carne con un suplemento vitamínico-mineral en la dieta según el período de crianza. Tesis. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Zeña, W. (2018). Orégano (*Origanum vulgare*) en la alimentación de pollos de carne sin antibiótico promotor del crecimiento. Tesis. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Zunft, H. J. F., Lüder, W., Harde, A., Haber, B., and Graubaum, H. J. (2001). Carob pulp preparation for treatment of hypercholesterolemia. *Adv. Therap.* 18 (5): 230–236.

VIII. APÉNDICE

Apéndice 01. Prueba de normalidad con el peso inicial



Apéndice 02. Prueba de homocedasticidad con el peso inicial

Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

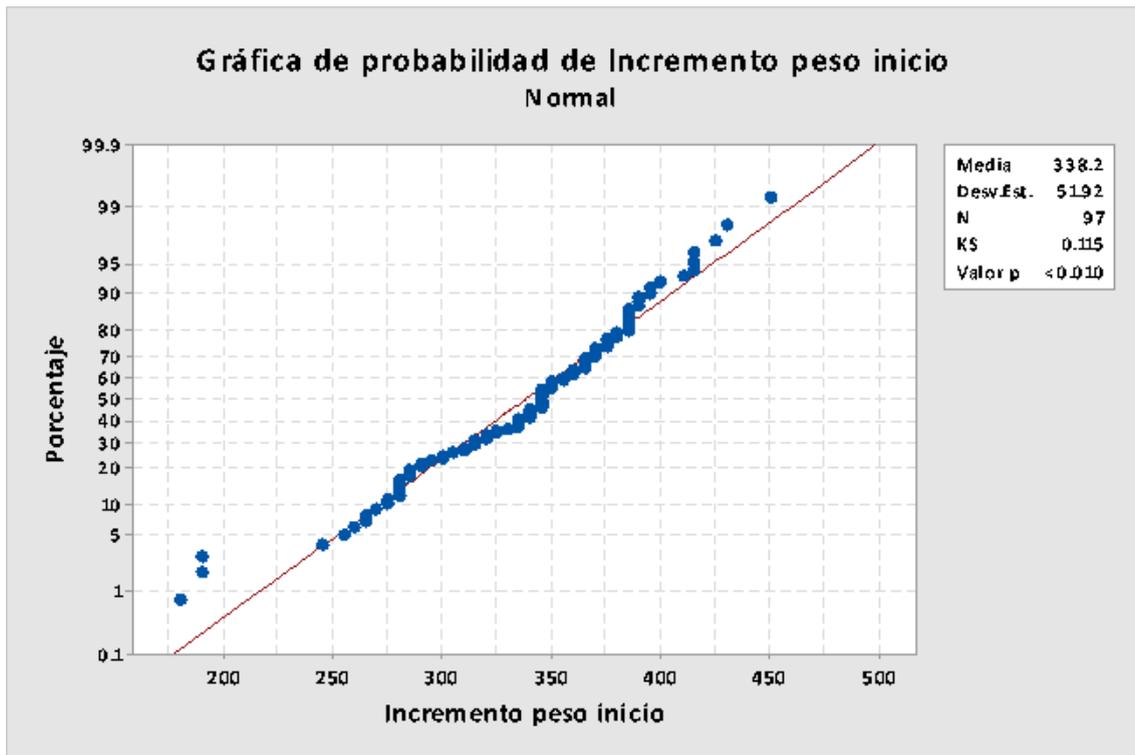
Tratamiento	N	Desv. Est.	IC
1	25	5.22015	(3.35292, 9.02935)
2	25	5.02494	(3.43014, 8.17830)
3	24	4.12113	(2.10382, 9.01053)
4	23	4.72568	(2.96175, 8.45873)

Nivel de confianza individual = 98.75%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.862
Levene	0.50	0.684

Apéndice 03. Prueba de normalidad con los incrementos de peso en el Inicio



Apéndice 04. Prueba de homocedasticidad con los incrementos de peso en el Inicio

Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Tratamiento	N	Desv. Est.	IC
1	25	46.0462	(34.5516, 68.176)
2	25	60.8447	(41.9630, 98.015)
3	24	53.3238	(27.7118, 114.526)
4	23	40.7938	(31.2800, 59.682)

Nivel de confianza individual = 98.75%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.278
Levene	1.04	0.378

Apéndice 05. Análisis de varianza con los incrementos de peso en el Inicio

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	1, 2, 3, 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	17063	5688	2.19	0.095
Error	93	241746	2599		
Total	96	258809			

Resumen del modelo

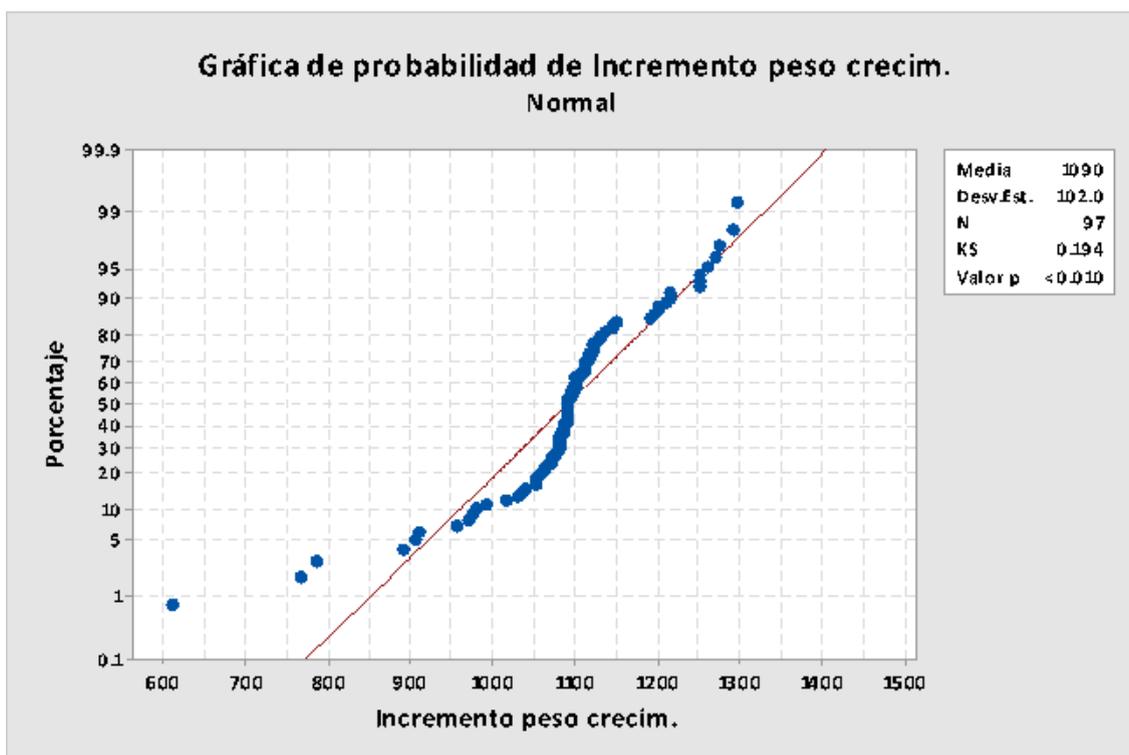
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
50.9845	6.59%	3.58%	0.00%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
1	25	343.40	46.05	(323.15, 363.65)
2	25	320.0	60.8	(299.8, 340.2)
3	24	356.0	53.3	(335.4, 376.7)
4	23	333.70	40.79	(312.58, 354.81)

Desv.Est. agrupada = 50.9845

Apéndice 06. Prueba de normalidad con los incrementos de peso en el Crecimiento



Apéndice 07. Prueba de homocedasticidad con los incrementos de peso en el Crecimiento

Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Tratamiento	N	Desv. Est.	IC
1	25	110.402	(73.6298, 183.913)
2	25	133.927	(62.9752, 316.431)
3	24	97.322	(47.8004, 221.165)
4	23	47.330	(32.6860, 76.884)

Nivel de confianza individual = 98.75%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.058
Levene	2.14	0.100

Apéndice 08. Análisis de varianza con los incrementos de peso en el Crecimiento

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	1, 2, 3, 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	9112	3037	0.29	0.836
Error	93	990128	10647		
Total	96	999241			

Resumen del modelo

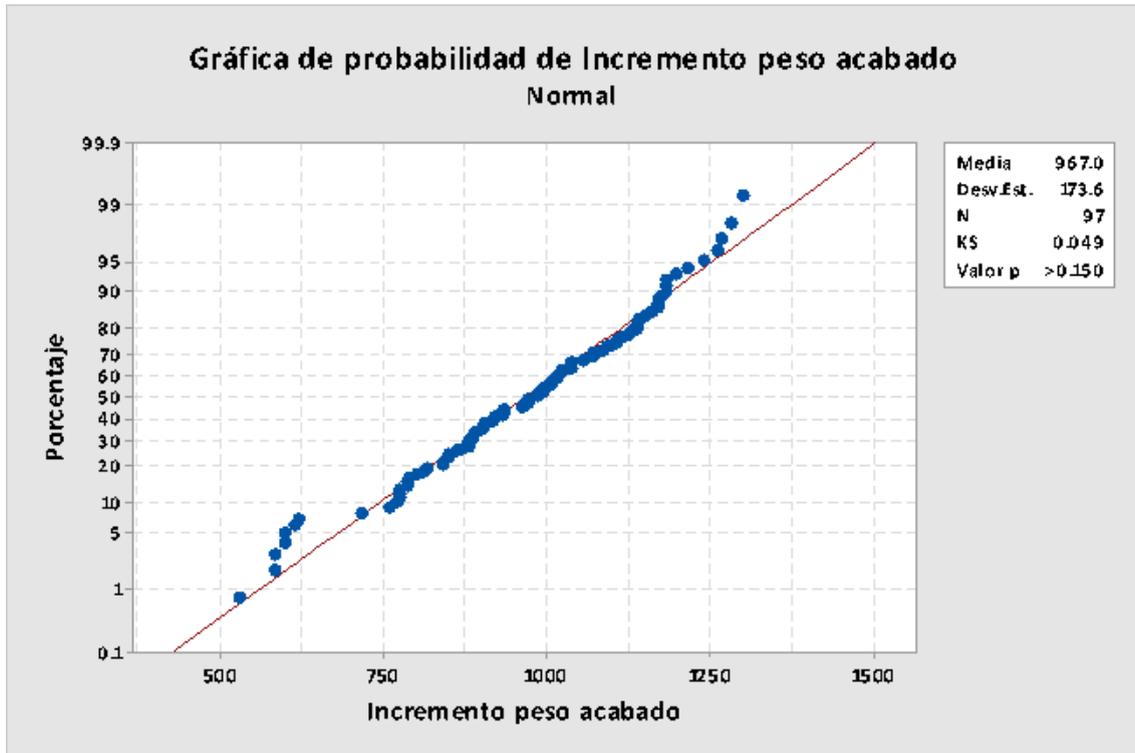
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
103.182	0.91%	0.00%	0.00%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
1	25	1078.6	110.4	(1037.6, 1119.6)
2	25	1094.8	133.9	(1053.8, 1135.8)
3	24	1084.6	97.3	(1042.8, 1126.4)
4	23	1104.13	47.33	(1061.41, 1146.85)

Desv.Est. agrupada = 103.182

Apéndice 09. Prueba de normalidad con los incrementos de peso en el Acabado



Apéndice 10. Prueba de homocedasticidad con los incrementos de peso en el Acabado

Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Tratamiento	N	Desv. Est.	IC
1	25	123.018	(90.144, 186.514)
2	25	174.876	(117.200, 289.897)
3	24	153.670	(115.599, 228.009)
4	23	110.287	(79.657, 171.297)

Nivel de confianza individual = 98.75%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.261
Levene	1.45	0.233

Apéndice 11. Análisis de la varianza con los incrementos de peso en el Acabado

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	1, 2, 3, 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	985052	328351	16.01	0.000
Error	93	1907881	20515		
Total	96	2892933			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
143.230	34.05%	31.92%	28.30%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
1	25	1060.0	123.0	(1003.1, 1116.9)
2	25	802.4	174.9	(745.5, 859.3)
3	24	983.3	153.7	(925.3, 1041.4)
4	23	1027.8	110.3	(968.5, 1087.1)

Desv.Est. agrupada = 143.230

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
1	25	1060.0	A
4	23	1027.8	A
3	24	983.3	A
2	25	802.4	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Apéndice 12. Análisis de varianza de la regresión de los incrementos de peso en el Acabado sobre los tratamientos

La ecuación de regresión es
 $\hat{Y} = 1331 - 376.2 X + 77.01 X^2$

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)
156.823	20.09%	18.39%

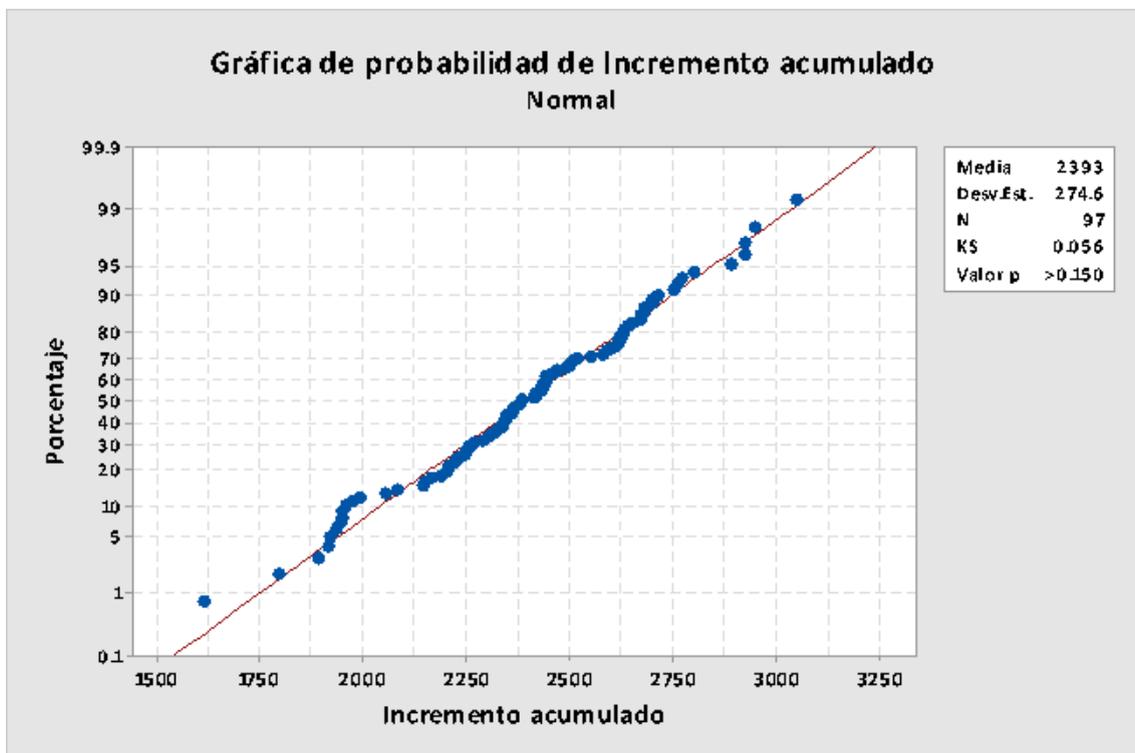
Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	2	581138	290569	11.81	0.000
Error	94	2311795	24594		
Total	96	2892933			

Análisis de varianza secuencial

Fuente	GL	SC	F	P
Lineal	1	6222	0.20	0.652
Cuadrático	1	574916	23.38	0.000

Apéndice 13. Prueba de normalidad con los incrementos acumulados de peso



Apéndice 14. Prueba de homocedasticidad con los incrementos acumulados de peso

Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Tratamiento	N	Desv. Est.	IC
1	25	262.035	(187.462, 406.930)
2	25	289.470	(199.123, 467.518)
3	24	271.333	(177.989, 461.677)
4	23	175.216	(137.409, 250.644)

Nivel de confianza individual = 98.75%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.167
Levene	1.33	0.269

Apéndice 15. Análisis de varianza con los incrementos acumulados de peso

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	1, 2, 3, 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	1212911	404304	6.24	0.001
Error	93	6027640	64813		
Total	96	7240551			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
254.585	16.75%	14.07%	9.51%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
1	25	2482.0	262.0	(2380.9, 2583.1)
2	25	2206.4	289.5	(2105.3, 2307.5)
3	24	2424.0	271.3	(2320.8, 2527.2)
4	23	2465.7	175.2	(2360.2, 2571.1)

Desv.Est. agrupada = 254.585

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación	
1	25	2482.0	A	
4	23	2465.7	A	
3	24	2424.0	A	
2	25	2206.4		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Apéndice 16. Análisis de varianza de la regresión de incrementos acumulados de peso sobre tratamientos

La ecuación de regresión es
 $\hat{Y} = 2756 - 388.0 X + 81.06 X^2$

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)
264.465	9.20%	7.27%

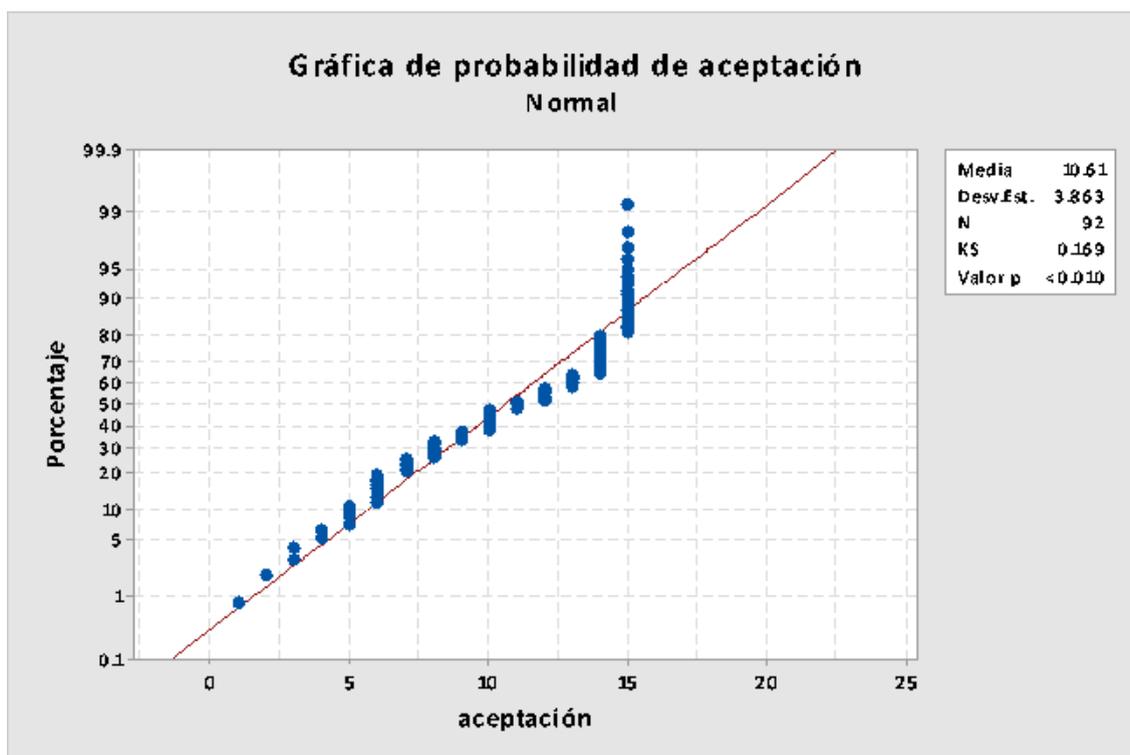
Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	2	666053	333026	4.76	0.011
Error	94	6574498	69941		
Total	96	7240551			

Análisis de varianza secuencial

Fuente	GL	SC	F	P
Lineal	1	29175	0.38	0.537
Cuadrático	1	636878	9.11	0.003

Apéndice 17. Prueba de normalidad con la aceptación de la carne



Apéndice 18. Prueba de homocedasticidad con la aceptación de la carne

Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Tratamiento	N	Desv. Est.	IC
1	23	2.67842	(1.42757, 5.63746)
2	23	4.26633	(3.32750, 6.13644)
3	23	3.45725	(2.75233, 4.87176)
4	23	3.51563	(2.46521, 5.62443)

Nivel de confianza individual = 98.75%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.156
Levene	2.22	0.092

Apéndice 19. Análisis de varianza con la aceptación de la carne

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	1, 2, 3, 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	264.8	88.26	7.11	0.000
Error	88	1093.1	12.42		
Total	91	1357.9			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
3.52448	19.50%	16.75%	12.01%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
1	23	12.913	2.678	(11.453, 14.374)
2	23	8.261	4.266	(6.800, 9.721)
3	23	10.043	3.457	(8.583, 11.504)
4	23	11.217	3.516	(9.757, 12.678)

Desv.Est. agrupada = 3.52448

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación		
1	23	12.913	A		
4	23	11.217	A	B	
3	23	10.043		B	C
2	23	8.261			C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Apéndice 20. Análisis de varianza de la regresión con la aceptación sobre tratamientos

La ecuación de regresión es
 $\hat{Y} = 18.72 - 7.613 X + 1.457 X^2$

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)
3.59491	15.30%	13.39%

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	2	207.73	103.865	8.04	0.001
Error	89	1150.18	12.923		
Total	91	1357.91			

Análisis de varianza secuencial

Fuente	GL	SC	F	P
Lineal	1	12.557	0.84	0.362
Cuadrático	1	195.174	15.10	0.000