

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

**Rendimiento de lechones destetados con elevado peso que reciben un
producto de acción fitobiótica en el alimento**

TESIS

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

INGENIERO ZOOTECNISTA

por

TEODOLINDA TICLLA ILATOMA

Lambayeque

PERÚ

2018

Rendimiento de lechones destetados con elevado peso que reciben un producto de acción fitobiótica en el alimento

TESIS

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

INGENIERO ZOOTECNISTA

por

TEODOLINDA TICLLA ILATOMA

**Sustentada y aprobada ante el
siguiente jurado**

Ing. Carolina Bernardina Aguilar Patilongo -----
Presidente

Ing. Alejandro Flores Paiva -----
Secretario

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

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

**El presente trabajo de investigación es parte
del proyecto titulado “Alimentación de lechones
comerciales destetados según peso con suplementación
fitobiótica”, aprobado mediante Resolución
N° 227-2018-FIZ/ D**

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a:

DIOS, porque en su infinita sabiduría me puso en el camino de la noble profesión que abrazo y porque estoy segura que nunca me abandonará.

Mis padres, SEGUNDO ISAURO TICLLA DELGADO (RIP) y CONSUELO ILATOMA GÁLVEZ, por todo el amor que pusieron en mí, sus sabias enseñanzas y acertadísimos consejo; nada hubiese podido lograr de no haber sido por ustedes.

Mi esposo, JAIME MEJÍA FERNÁNDEZ, e hijo, JAYME MATHIAS SAID MEJÍA TICLLA; gracias por su amor, comprensión y paciencia; como hicieron mis padres conmigo, pondré todo mi empeño para que mi hijo salga adelante.

Mis hermanos, hermanas, y a toda mi familia por el cariño y apoyo que siempre me han brindado.

T.T.I.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más profundo agradecimiento a:

Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr. C., mi patrocinador y amigo por todo el esfuerzo realizado para que el presente trabajo de investigación se hiciera realidad.

Inveragro San Martín Porres SAC, por todas las facilidades prestadas para realizar la investigación en su granja.

Phartec SAC, por las facilidades prestadas para disponer del material evaluado en la investigación.

Los profesores de la Facultad de Ingeniería Zootecnia, en particular, y de la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, en general, por la formación profesional y personal recibidas.

Mis condiscípulos, por todos los buenos y, a veces, amargos momentos que pasamos durante los cinco años de estudios que compartimos.

T.T.I.

ÍNDICE

Nº Capítulo	Título del Capítulo	Pág.
I	INTRODUCCIÓN	01
II	ANTECEDENTES Y BASES TEORICAS	03
	2.1. El cerdo recién destetado	03
	2.2. La alimentación del cerdo post-destete	10
	2.3. El tomillo y algarrobo europeo en la alimentación animal	12
III	MATERIAL Y MÉTODOS	16
	3.1. Localización y Dirección	16
	3.2. Tratamientos evaluados	16
	3.3. Material y Equipo experimentales	16
	3.3.1. Animales	16
	3.3.2. Alimento	16
	3.3.3. Instalaciones y equipo	17
	3.4. Descripción de la Metodología	18
	3.4.1. Diseño de contrastación de las hipótesis	18
	3.4.2. Técnicas experimentales	18
	3.4.3. Variables evaluadas	19
	3.4.4. Análisis estadístico	19
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
	4.1. Consumo de Alimento	21
	4.2. Peso Vivo	24
	4.3. Conversión Alimenticia	28
	4.4. Mérito Económico	30
V	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
VI	RESUMEN	34
VII	BIBLIOGRAFÍA CITADA	35
VIII	APÉNDICE	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Título de	Pág.
3.1.	Composición porcentual de la ración local para cerdos en la fase de Crecimiento I	17
3.2.	Esquema del análisis de la varianza del DCA	20
4.1.	Consumo de alimento de lechones destetados con más de 7 kilos, que recibieron un producto comercial de Tomillo y Algarrobo europeo	21
4.2.	Peso y cambios en el peso de lechones destetados con más de 7 kilos, que recibieron un producto comercial de Tomillo y Algarrobo europeo	24
4.3.	Conversión alimenticia de lechones destetados con más de 7 kilos, que recibieron un producto comercial de Tomillo y Algarrobo europeo	29
4.4.	Mérito económico de lechones destetados con más de 7 kilos, que recibieron un producto comercial de Tomillo y Algarrobo europeo	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Pág.
4.1.	Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo de alimento según período	22
4.2.	Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso según período	25
4.3.	Comparativo porcentual entre tratamientos para la conversión alimenticia según períodos	29

ÍNDICE DEL APÉNDICE

Apéndice	Título	Pág.
01	Prueba de normalidad con el peso inicial	39
02	Prueba de igualdad de varianzas con el peso inicial	39
03	Prueba de normalidad con los pesos de Pre-Inicio	40
04	Prueba de igualdad de varianzas con los pesos de Pre-Inicio	40
05	Análisis de varianza con los pesos de Pre-Inicio	41
06	Prueba de normalidad con los pesos de Inicio	42
07	Prueba de igualdad de varianzas con los pesos de Inicio	42
08	Análisis de varianza con los pesos de Inicio	43
09	Prueba de normalidad con los pesos de Crecimiento I	44
10	Prueba de igualdad de varianzas con los pesos de Crecimiento I	44
11	Análisis de varianza con los pesos de Crecimiento I	45

I. INTRODUCCIÓN

En los sistemas de producción porcícola, la fase más importante la constituye aquella en que los cerditos son destetados (separados de la madre y dejan de consumir leche) y el período hasta que llegan a los 25 kilos de peso vivo; esta fase es la que determina el futuro productivo del cerdo y es la más difícil por cuanto el proceso de destete implica estrés, que ocasiona desequilibrio orgánico en el cerdo, además de las interacciones negativas con animales desconocidos y el incremento en la susceptibilidad a la acción de bacterias de tipo patógeno en el tracto gastrointestinal. Por tal motivo, los productores comerciales tienden a atiborrar a los cerditos con antibióticos promotores del crecimiento (APC) a través del alimento; no obstante, el empleo de los APC ha sido prohibido en el mundo desarrollado y está en camino de serlo en el mundo en vías de desarrollo.

Los productores ponen el mayor empeño en los cerdos que son destetados con el mayor peso debido a que son los que logran mayores pesos al momento de la saca, surgen interrogantes vinculadas con la necesidad de que los cerditos puedan expresar su potencial genético para lograr mayores pesos corporales y si es que la utilización en el alimento de un producto comercial de acción fitobiótica podría coadyuvar en ese logro.

Dado a que en el Perú se está introduciendo un producto comercial constituido por la combinación de extractos comerciales de tomillo y semillas de algarrobo europeo, que poseen acción fitobiótica es pertinente preguntar: ¿podrá el producto comercial de extractos de tomillo y semillas de algarrobo europeo suministrado en el alimento promover mayores pesos, más eficiente conversión alimenticia y mejor mérito económico en cerdos destetados con elevado peso?

Se asumió como hipótesis que la inclusión de un producto comercial de extractos de tomillo y semillas de algarrobo europeo permitirá que los lechones recién

destetados con elevado peso logren mejores incrementos de peso, conversión alimenticia y mérito económico hasta los 25 kilos de peso vivo.

Se planteó 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.

II. ANTECEDENTES Y BASES TEORICAS

2.1. El cerdo recién destetado

Según Gadd (2011), es común observar una disminución en la tasa de crecimiento inmediatamente después del destete; definido correctamente como el período, en días, que le toma al cerdo recién destetado en recuperar el grado de ganancia diaria logrado en las últimas 24 hora que estuvo con la marrana. El mismo autor considera que este período puede ser de sólo unas horas o tan largo como 18 a 24 días, siendo común en las granjas típicas de 7 a 9 días y lo que es, además, la mitad de los que ocurre en las granjas de peores rendimientos.

En concordancia con la alta mortalidad pre-destete, las pobres tasas de crecimiento hasta el sacrificio en relación a lo que puede lograrse con un buen material genético actual, una gran cantidad de “días vacíos” o no productivos y baja vida productiva de la marrana, el retardo post-destete es una quinta área en la que se ha observado una decepcionante escasez de progreso a nivel de granja en los últimos 30 años (Gadd, 2011).

Según opinión del autor citado, esto se debe mayormente a que el personal y los propietarios fallan en apreciar que el problema ha sido, y aun continúa decepcionante, debido a una incorrecta nutrición en el crucial período transicional desde el momento en que el lechón está con la marrana y su incapacidad para procesar el alimento sólido en forma satisfactoria inmediatamente después del destete.

Indica que los nutricionistas han progresado mucho en el diseño de dietas para hacer la transición dietética tan fácil como sea posible para el sistema digestivo del lechón. El problema es que estos alimentos especializados pueden ser caros (alrededor de tres veces del que los productores han estado usando o son ofrecidos por los fabricantes muy deseosos de hacer su negocio). Además, considera que no se puede

eludir el hecho de que para disminuir el costo inmediato de las dietas post-destete se compromete el diseño especializado de la dieta necesaria para evitar la indigestión. Emergiendo, entonces, el problema de retardo en el crecimiento; especialmente cuando los lechones se destetan “temprano” (es decir, de 16 a 21 días). Es una dura disciplina para el vendedor de alimento de animales tiernos tener que hacerlo.

El autor se pregunta, entonces, ¿por qué son tan caros los alimentos para el post-destete?, a lo que responde con los siguientes argumentos:

1. Se necesita un alto contenido de aminoácidos esenciales pero vinculados a un contenido de proteína cruda relativamente bajo, con la finalidad de evitar la indigestión cuando se destetan los cerdos. Paradójicamente, obligar a un menor contenido de proteína pero manteniendo altos niveles de aminoácidos cuesta dinero.
2. Se excluyen ciertos ingredientes, comunes y baratos, que pueden afectar la salud de la pared intestinal; así como otros materiales crudos que pueden contener factores anti-nutricionales (FAN).
3. Varios cereales y la soja necesitan ser tratados térmicamente para mejorar la digestibilidad.
4. La adición de enzimas ayuda a contraatacar a los FAN; también la fermentación de algunos ingredientes.
5. Los pellets tienen que ser hechos cuidadosamente (no sobrecalentados) mediante un procesamiento lento y cuidadoso. La maquinaria es cara.
6. Puede ser necesario la adición de algo de inmunoglobulinas o utilizar nuevos materiales que son capaces de reforzar la inmunidad.
7. Se emplean elementos traza orgánicos (no las fuentes inorgánicas más baratas) así como vitaminas especialmente protegidas.
8. Las condiciones de fabricación y almacenamiento para preservar la frescura para la

producción en pequeña escala inflan los costos.

El autor considera que el segundo problema en importancia son los comederos sucios; sindicándolo como factor importante en la contribución para que el productor falle en proveer estos alimentos transicionales de alta calidad y caros de una manera suficientemente limpia. Los comederos se ensucian muy rápido y a menudo. Los contaminantes comprometen además el sistema digestivo, delicadamente balanceado, del animal a un momento de desafío digestiva e inmunológicamente, cuando ambos sistemas (junto con su sistema termo-regulatorio) están subdesarrollados y necesitan de toda la ayuda que pueda darles la ciencia y los productores puedan darles.

Cuando se pregunta, ¿qué pasa en el tracto gastrointestinal al destete? Considera que debemos entender que la naturaleza nunca intentó separar repentinamente al lechón de su madre – evolucionó un proceso gradual que toma al menos 16 semanas, y más comúnmente 20 semanas, lo que permite al intestino acostumbrarse a la digestión de alimentos sólidos poco a poco. Las rutas bacterianas y químicas tuvieron tiempo para ajustarse y cambiar desde leche a comidas con raíces de plantas, bellotas, nabos, pasto y malezas, manzanas y a las bacterias y hongos del suelo ingeridos con ellas. Y siempre habrá tiempo para mamar rápidamente algo de leche para ayudar a compensar algunas inconsistencias incluso al final del proceso.

Aparte de los jabalíes y, en mucha menor cantidad, cerdos modernos en exteriores todo eso se ha hecho. Mediante el destete abrupto desde los 17 a los 32 días se pone una tensión imposible sobre la digestión del lechón. Si no se le ayuda a contraatacar los cambios repentinos, entonces el retardo en el crecimiento post-destete ocurrirá inevitablemente.

Según el mismo autor, los eventos que se producen en el tracto gastrointestinal del cerdo recién destetado pueden describirse de la siguiente manera:

- En un cerdo destetado a las 3 semanas de edad el estómago es tanto un reservorio como un tanque de mezclado pre-digestivo que tiene una capacidad de 0.2 litros.
- La leche de la marrana llega cada 35 a 45 minutos más o menos, en cantidades cuidadosamente medidas. La marrana hace esto en respuesta a los estímulos de amamantamiento, liberando leche desde las cisternas de la ubre y apagándolo nuevamente alrededor de 17 a 30 segundos. Sin embargo, por muy larga y vigorosamente que mame el lechón sólo conseguirá su “ración” horaria de casi 150 – 200 CC.
- El estómago de un cerdito no destetado no es muy elástico y sólo puede mantener un cierto volumen de contenidos; como se ha indicado de casi 200 CC o 0.2 litros.
- Las células en las paredes del estómago liberan enzimas digestivos y ácido clorhídrico para iniciar la pre-digestión especialmente de las proteínas (proteasas, etc.) y carbohidratos (amilasas, etc.) El ácido ayuda a desactivar a las bacterias patógenas que son ingeridas involuntariamente junto con el alimento. El contenido – leche de la marrana en el cerdito no destetado – ya contiene los nutrientes en la forma adecuada para que pasen fácilmente y, más o menos, dentro de los 35 minutos necesarios para que se den los procesos pre-digestivo (enzimas) y de saneamiento (ácidos).
- Después de este tiempo el contenido del estómago es pasado dentro de un canal delgado parecido a una tubería, el duodeno, en donde las grasas son pre-digeridas. También tiene una capacidad de 0.2 litros.
- En el tercer movimiento intestinal (cada uno de ellos instigado por la llamada a mamar) el contenido duodenal, ampliamente ya listo para la absorción, ingresa al intestino delgado. Por ahora están libres de organismos potencialmente dañinos que el lechón puede haber comido conforme corretea e investiga la vida a su alrededor.
- El alimento (leche de la marrana) es ahora pre-digerido apropiadamente y hecho

seguro para la absorción en el intestino delgado.

Comprender lo que sucede cuando el lechón es destetado ayuda a resolver los problemas vinculados con el alimento, el consumo y el retraso del crecimiento. Se puede considerar que ocurren los siguientes acontecimientos:

- La capacidad del estómago es de 0.2 litros, no se expande. El alimento necesita permanecer aquí por, aproximadamente, 45 minutos tal que sea infundido con ácido para destruir a los organismos dañinos y sea bañado con enzimas lo que dejará a las proteínas y almidones listos para la digestión posterior. La congestión no permite el tiempo suficiente para que eso suceda. El estómago rellena al duodeno y se vuelve a abastecer con leche fresca de la marrana.
- El duodeno, de 2 pulgadas de grueso y 9 de largo, también tiene una capacidad un poco por debajo de 0.2 litros. Las células en la pared lavan el contenido estomacal, una vez que llegan, con enzimas degradadoras de grasa; tal que las grasas contenidas en el alimento son adecuadas para la digestión y absorción en la siguiente parte del tracto digestivo. El exceso de alimentos proveniente del estómago, muy rápido, causa que la digesta sea empujada sólo preparada parcialmente.
- La parte superior del intestino delgado de 4.6 a 6.4 metros de largo, contorneada con una gran área superficial, equivalente a la mitad de un campo de fútbol, debido a miles de millones de pequeños vellos, o pequeños dedos microscópicos, que absorben el alimento. Billones de células superficiales absorben los nutrientes pre-digeridos. Si hay insuficiente pre-digestión no hay absorción. Esta parte del tracto no puede ser eficiente con alimento pobremente procesado.
- El colon o intestino grueso tiene 1.83 metros de largo y 1 pulgada de grosor. Aquí se produce la absorción de agua y fibra. No participa en gran medida en el retardo del crecimiento post-destete.

- El problema. El lechón es destetado. Detiene su ingestión regular una vez cada 45 minutos. Tiene hambre...entonces come en exceso (se congestiona). El alimento no permanece lo suficiente en el estómago o duodeno, quedando insuficientemente “desinfectado” o pre-digerido en el intestino delgado. Se produce bloqueo, se generan bacterias que originan que se trunquen los vellos (más cortos y marchitos). Se libera agua y el lechón presenta diarrea/ deshidratación.

- La solución es:

- Aceptar que los cerditos comerán en exceso después del destete;
- y, por lo tanto, el intestino delgado se sobre cargará con comida;
- por lo tanto, proporcionar un alimento de pre-inicio pre-digerido el que sea tan pre-digerido que la sobre carga no dañe la absorción.

- Sólo restringir el alimento por 12 a 36 horas, y sólo marginalmente.

- Sin embargo, algunos alimentos de transición, más parecidos a alimentos progresivos, son tan digestibles que es necesaria, si lo fuera, una pequeña restricción. Aceptar las indicaciones del fabricante y tener cuidado de no adquirir en exceso y almacenar el alimento cuidadosamente.

- Entonces la combinación dentro de un alimento de crecimiento una vez que hayan estado sobre el alimento de transición por 7-10 días.

- Disponer de solución de electrolitos y suficiente agua fresca y limpia.

- Alternativamente, destetar más tarde (26 – 30 días) y acostumbrar al cerdito a suficiente ingestión diaria de alimento de transición.

La fibra cruda es indigestible y la leche de la marrana es virtualmente libre de fibra.

La pregunta lógica que se hace el autor es, ¿qué sucede cuando se separa a la marrana en el destete?

Se asume los siguientes sucesos: El cerdito tiene, como es normal, un poco de hambre después de 45 minutos a una hora y busca alimento; pero la madre ya no está. Después de una o dos horas el estómago está vacío, igual que el duodeno e incluso el extremo anterior del intestino delgado ha movido su contenido hacia abajo a otros sitios de absorción y un procesamiento adicional por bacterias benéficas se fomenta en la parte inferior del intestino. Resulta evidente que el cerdito no hace caso del alimento seco y sólido, porque no tiene las características de sabor y nutricionales de la leche, a la que está acostumbrado. El cerdito se estresa esperando ver a su madre. Pasan tres o cuatro horas. El cerdito está famélico. Algunos de sus compañeros más audaces y hambrientos han empezado a consumir el alimento sólido que les suministraron. debido a que el alimento sólido es un pobre sustituto de la leche, come demás para quitarse la sensación de hambre. Pero el estómago no es flexible. No puede manejar el volumen de alimento sólido que el cerdito ingiere de todas maneras y sólo hay dos formas en que la ingesta puede ir, regresa de nuevo y el cerdito se enferma o sigue la ruta más natural ingresa al duodeno y avanza en el intestino, lo que es denominado reposición y activa de esa manera la respuesta al hambre. Así, el alimento sólido ingerido no permanece suficientemente en el estómago o duodeno para que las proteínas, carbohidratos y grasas sean preparadas para la absorción en el intestino delgado. Ni ha sido suficientemente lavado por el ácido para eliminar a las bacterias hostiles, a las que la naturaleza ha hecho susceptibles a un natural alto nivel de ácido. El alimento llega demasiado rápido al intestino delgado con las características químicas inadecuadas para la absorción y, también, cargado de bacterias dañinas.

En consecuencia, la pregunta lógica que se genera es, ¿qué pasa entonces? Gadd (2011) reporta los siguientes eventos:

La ingesta forma un atasco de tráfico (un bloqueo) en la parte anterior del

intestino delgado; no puede ser suficientemente absorbida y permanece allí. Se genera una forma seria de indigestión. Pero, ahora es ideal para la reproducción de las bacterias del suelo que se han cargado dentro de ella. Estas proliferan rápidamente y sus toxinas agravan las delicadas estructuras de absorción, los vellos, los que son cubiertas en las células las que reconocen y absorben a los nutrientes digeridos apropiadamente pero rechaza a aquellas no suficientemente pre-digeridas. Las bacterias, defensivamente, causan reducción en la longitud de los vellos (proceso denominado truncación) tal que la enorme superficie de absorción (de casi la mitad de tamaño de un campo de futbol en cada lechón) puede reducirse a no más que el área penal. El procesamiento de nutrientes se reduce drásticamente. El proceso de reducción de los vellos estimula a células (células de la cripta), en la base de los vellos, a secretar agua. Esto licúa la ingesta y estimula los movimientos del intestino para hacer fluido el bloqueo inferior del intestino. Esto que es limpieza (diarrea), es una operación de lavado fluido para ayudar a limpiar el intestino de material potencialmente letal. Esto es el porque los cerdos destetados son propensos a la diarrea. Es un mecanismo defensivo, es todo lo que pueden hacer para intentar poner las cosas en orden.

2.2. La alimentación del cerdo post-destete

La eficiente y rentable producción de cerdos depende del entendimiento de los conceptos de genética, ambiente, salud, manejo y nutrición de la piara. Estos factores interactúan entre ellos y su producción neta determina el nivel de producción y rentabilidad. La alimentación representa el 60 – 75% del costo total de la producción de cerdos. De tal manera, los aminoácidos, carbohidratos, vitaminas, minerales y agua deben proporcionarse y balancearse para cubrir los requerimientos del cerdo. Por tal motivo, es esencial el conocimiento minucioso de los principios de la nutrición porcina con la intención de mantener una empresa porcina rentable (Bhat *et al.*, 2010).

La misma fuente indica que en una unidad de producción porcícola organizada, el objetivo principal de la estrategia alimentaria y de la formulación de dietas es maximizar las ganancias. Así, el objetivo de la alimentación porcina es maximizar la eficiencia económica; los nutrientes indispensables son suministrados tan próximos como sea posible a los requerimientos. Por lo tanto, la formulación, económica y nutricionalmente adecuada, de las raciones de los cerdos requiere del conocimiento de: (1) los requerimientos de nutrientes de las diferentes categorías de cerdos; (2) los contenidos de nutrientes y presencia de principios tóxicos en los insumos; y (3) la disponibilidad de los nutrientes en los ingredientes alimenticios. Es necesario, para el desarrollo de las óptimas estrategias de alimentación, la consideración de factores tales como genética, ambiente, disponibilidad y variabilidad de los insumos alimenticios, ingredientes alimenticios no convencionales y estabilidad de los nutrientes en los ingredientes alimenticios, las interacciones entre los nutrientes y factores no nutricionales, etc. Además, debe haber medios efectivos para incorporar toda la información necesaria para formular dietas eficientes de una manera conveniente y económica.

Varios factores afectan el requerimiento de un nutriente específico por parte del cerdo. Estos factores influyen sobre la ingestión de alimento, lo que requerirá cambiar la concentración de los nutrientes en la dieta para cubrir los requerimientos de los animales en una cantidad diaria. Algunos de los factores son: - Temperatura ambiental o clima, - Raza, sexo y antecedentes genéticos de los cerdos, - Estado de salud del rebaño, - Presencia de hongos, toxinas o inhibidores en la dieta, - Disponibilidad y absorción de nutrientes dietéticos, - Variabilidad del contenido de nutrientes en el alimento, - Nivel de aditivos alimenticios o promotores del crecimiento, - Concentración de energía de la dieta, - Nivel de alimentación, es decir como alimentación restringida *vs. ad libitum*.

2.3. El tomillo y algarrobo europeo en la alimentación animal

El interés por desarrollar investigación en cerdos recién destetados con productos naturales radica en que siendo la fase crítica para la producción de los porcinos los productores peruanos continúan empleando APC, aún cuando tienen información sobre la problemática generada por su empleo; al parecer, prima en ellos la preocupación económica por encima de la salud del consumidor, de la que asumen no estaría en peligro. Es necesario demostrarle al productor comercial que existen alternativas al empleo de APC, las que tienen que ser validadas en el campo comercial.

La suplementación de EP a la dieta ha ocasionado una gran variación en el rendimiento del crecimiento de cerdos recién destetados. Así, Simonson (2004) utilizó lechones en maternidad para identificar los efectos benéficos de varios EP (rábanos picantes, mostaza, orégano y casia) en la dietas de lechones destetados; encontraron que solamente la mostaza y la casia incrementaron la ganancia diaria promedio, la ingestión diaria promedio de alimento y la conversión alimenticia. En tanto que en otro estudio, realizado por Sads y Bilkey (2003), se encontró que los lechones destetados que recibieron 1000 ppm de un suplemento de orégano presentaron mayores ganancias y menor incidencia de enfermedades en comparación con los animales control no suplementados. En tanto que otros investigadores (Manzanilla *et al.*, 2004; Neill *et al.*, 2006; Nofrarías *et al.*, 2006) no encontraron efecto benéfico de los EP sobre el rendimiento de los cerdos destetados.

Aunque fallaron para encontrar efectos benéficos sobre el rendimiento productivo, los investigadores han sugerido que los EP pueden mejorar la salud intestinal; Informaron que una mezcla de EP (XT) estandarizada a 5% (p / p) de carvacrol, 3% de cinamaldehído y 2% de oleoresina de pimienta (orégano, canela y pimienta mexicana), incrementó el contenido estomacal y el porcentaje de materia seca,

lo que sugiere un aumento en el tiempo de retención gástrica; además, el XT disminuyó la masa microbiana total e incrementó la relación lactobacilos: entero bacterias (Manzanilla *et al.*, 2004; Norfarías *et al.*, 2006). Por otro lado, Michiels *et al.* (2010) también indicaron que suplementando con 500 ppm de carvacrol y timol se redujo la cantidad de linfocitos intra-epiteliales y se incrementó la relación altura de vellosidades/ profundidad de cripta en el intestino delgado distal.

Investigaciones relativamente recientes como la de Miladi *et al.* (2016) con el timol y el carvacrol, dos fenoles mono-terpénicos producidos por varias plantas aromáticas, entre ellas el Tomillo, se realizó para evaluar 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 µg/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).

Zou *et al.* (2016) realizaron un estudio en el que compararon los efectos del aceite esencial de orégano (AEO), quercetina o vitamina E, sobre las pérdidas de peso corporal vivo, características de la carcasa, calidad de la carne y el status antioxidante de cerdos después del transporte. Comparados con el grupo control, los grupos que recibieron AEO o quercetina tuvieron un promedio más alto de ganancia diaria ($P \leq 0.05$) y el grupo que recibió AEO manifestó mayor eficiencia en la utilización del alimento ($P \leq 0.05$). Las pérdidas de peso corporal vivo fueron menores en el grupo que recibió

AEO después de 5 horas de transporte ($P \leq 0.05$) en comparación con el grupo control. El peso y porcentaje de carcasa caliente fueron más altos en el grupo con AEO después de 5 horas de transporte ($P \leq 0.05$) en comparación con el grupo control. Después del sacrificio, el valor de pH a los 45 minutos post-mortem y el valor Opto-star (color de la carne) a las 24 horas post-mortem se incrementó en los grupos con vitamina E, AEO o quercetina ($P \leq 0.05$) en comparación con el control. Los grupos vitamina E o quercetina también exhibieron valores más altos de pH a las 24 horas post-mortem ($P \leq 0.05$) que el grupo control. El músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de los cerdos de los grupos AEO o quercetina produjeron valores más bajos de pérdidas por goteo a las 24 horas ($P \leq 0.05$) en comparación con el de los cerdos del grupo control. Comparados con los cerdos del grupo control, los de los grupos AEO o quercetina presentaron niveles reducidos de TBARS (sustancias reactivas al ácido tio-barbitúrico) y ROS (especies oxígeno reactivas) en el suero, músculo e hígado ($P \leq 0.05$), en tanto que el grupo vitamina E tuvo niveles reducidos sólo en el suero ($P \leq 0.05$). Los grupos AEO o quercetina también tuvieron niveles incrementados de actividad de Gpx (glutación peroxidasa) y T-SOD (súper óxido dismutasa total) en el suero e hígado en comparación con el grupo control ($P \leq 0.05$). Contrariamente, no hubo diferencias entre los grupos vitamina E y control en las actividades de Gpx o T-SOD. Los investigadores concluyeron que, la suplementación con el AEO o quercetina dietéticos puede ser superior a la suplementación con vitamina E dietética en aliviar los efectos negativos del transporte sobre los cerdos mediante mejoras del status antioxidante de los animales.

El efecto de las combinaciones de hierbas sobre el rendimiento y calidad de la carne de cerdos también ha sido evaluado por Tabasum *et al.* (2016); la suplementación redujo la ingestión de alimento y el grosor de grasa dorsal, en tanto que incrementó la producción de carne magra. Así mismo se observó incremento sobre el nivel de IgG. La

ingestión de las combinaciones redujo el extracto etéreo en el músculo *longissimus dorsi* con incrementos en la humedad; así mismo, en una de las combinaciones se disminuyó el colesterol. Las combinaciones redujeron los valores de TBARS de la carne fresca y después de 2 y 3 semanas de almacenamiento; mejoraron la calidad de la carne incrementando los niveles de ácidos grasos n-3 y reduciendo el extracto etéreo y los valores TBARS.

Kotrotsios *et al.* (2012) realizaron un ensayo de alimentación de cerdos en crecimiento – acabado para determinar el efecto de la inclusión de harina de vainas de *Ceratonia siliqua* sobre el comportamiento productivo; los investigadores son concluyentes al informar que no se pueden utilizar proporciones importantes del producto debido a su alto contenido de taninos y de otras sustancias por lo que su labor única como aportante de nutrientes queda de lado y debe considerársele como un alimento funcional. Con la adición de 75 o 100 gramos de la harina lograron incrementos significativos en el peso vivo al sacrificio y en el peso de la carcasa de los cerdos.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Localización y Duración

El ensayo se realizó en la granja Inveragro San Martín de Porres SAC del distrito de Jazán, Región Amazonas, y tuvo una duración efectiva de 33 días, correspondientes al pre-inicio (9), inicio (14) y crecimiento 1 (10 días).

3.2. Tratamientos evaluados

Se evaluó los siguientes tratamientos:

T₁: Testigo con APC

T₂: 0.1% del producto comercial, sin APC

T₃: 0.2% del producto comercial, sin APC

3.3. Material y Equipo experimentales

3.3.1. Animales

Se emplearon 60 cerdos recién destetados, de ambos sexos, comerciales; procedentes de madres Camborough y padres PIG 410 y 427.

3.3.2. Alimento

En las primeras dos fases (pre-inicio e inicio) los cerditos recibieron raciones comerciales, de fórmula cerrada; para la fase de crecimiento I, una ración preparada en la granja, cuya fórmula composicional se presenta en la Tabla 3.1.; para los tratamientos II y III se extrajo el antibiótico de la fórmula.

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 galactopiranosas que son polisacáridos que actúan como prebióticos.

Tabla 3.1.

Composición porcentual de la ración local para cerdos en la fase de Crecimiento I

Insumo	%
Maíz, amarillo nacional	27.6759
Arroz, granos partidos	25.0000
Soja, torta argentina-46	24.6722
Soja, harina integral extruida	05.0000
Arroz, polvillo	05.0000
Lactosa, 61%	04.9180
Hemoglobina bovina	01.5000
Fosfato mono-di-cálcico	01.0331
Carbonato de calcio	01.0056
Dextrosa monohidratada	01.0000
Plasma porcino – AP920	01.0000
Sal común	00.4111
Lisina – HCL	00.3150
Metionina DL	00.2334
Bicarbonato de sodio	00.2000
Trigo, afrecho	00.1723
Acidificante	00.1500
Treonina	00.1034
Anti-fúngico	00.1000
Veg-Pro, enzimas	00.1000
Proapak 13	00.1000
Mycosorb A+	00.1000
Amoxicilina, droga pura	00.0600
Sulfato de cobre	00.0600
Bio-colina	00.0400
Saborizante Star-Rich	00.0300
SSF, enzimas	00.0200

3.3.3. Instalaciones y equipo

Las instalaciones son de material noble, provistos de parrilla en alto y permiten mantener lotes de 20 cerdos; cuentan con comederos de tipo tolva y bebederos de chupón. Además se empleó una balanza electrónica con capacidad de 500 kilos, para pesar alimento y animales; lápices marcadores, libreta de campo para el registro de las ocurrencias durante el transcurso del ensayo, cámara fotográfica y ordenador electrónico.

3.4. Descripción de la Metodología

3.4.1. Diseño de contrastación de las hipótesis

Las hipótesis se plantearon de la siguiente manera:

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

H_1 : AL MENOS UNA MEDIA DIFIERE DEL RESTO

Se contrastaron mediante un Diseño Completamente al Azar, con el siguiente modelo probabilístico:

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

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.

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

3.4.2. Técnicas experimentales

Previo al traslado de los animales se procedió a hacer una limpieza profunda de las instalaciones, flameado y desinfección con un producto comercial con glutaraldehído y amonio cuaternario.

Se seleccionó a los 60 cerdos (30 machos y 30 hembras), con un peso de destete superior a los 7 kilos; se trasladaron a corrales con capacidad de 20 (10 machos y 10 hembras) y piso de parrilla alta, provistos de comedero y bebederos de chupón. Se pesaron al inicio del ensayo (destete) y a los 9, 23 y 33 días post destete, implicando las fases de pre-inicio, inicio y crecimiento I.

El alimento se suministró en cantidades pesadas y el consumo se determinó por diferencia entre lo suministrado y el residuo. El alimento de los dos primeros períodos fue comercial y el del tercero se preparó en la granja. Debido a la presentación en pellets del alimento comercial fue chancado para facilitar la incorporación del producto y, también, para preparar una porción en la forma de papilla, que se suministró en los primeros días del pre-inicio, hasta que se proporcionó completamente seco.

En cuanto al manejo sanitario, además del mantenimiento de la limpieza en las instalaciones y equipo se aplicó la vacunación contra el cólera porcino. Los animales se supervisaron todos los días para determinar la presencia de diarreas.

3.4.3. Variables evaluadas

La información generada y registrada permitió la evaluación de las siguientes:

- Consumo de alimento
- Peso y cambios en el peso vivo
- Conversión alimenticia (kilos de alimento consumidos por kilo de peso vivo incrementado)
- Mérito económico (nuevos soles gastados en alimento consumido por kilo de peso vivo incrementado)

3.4.4. Análisis estadístico

Se aplicó el programa estadístico Minitab 18, en el que se consideró las siguientes pruebas:

- Levene, para determinar homogeneidad de varianzas con los pesos iniciales y los pesos de cada período;
- Kolmogorov-Smirnov, para determinar si hubo normalidad de la distribución, en cada período.

Se ejecutó el análisis de la varianza (Tabla 3.2.) con los pesos obtenidos al finalizar cada una de las fases consideradas.

Tabla 3.2.
Esquema del análisis de la varianza del DCA

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F
Tratamientos	T_{yy}	$t - 1 = 2$	T	T/ E
Residual	E_{yy}	$t(r-1) = 57$	E	
TOTAL	$\sum y^2$	$tr - 1 = 59$		

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Consumo de Alimento

Los resultados obtenidos en relación con el consumo de alimento, para cada una de los períodos considerados, se presentan en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1.

Consumo de alimento de lechones destetados con más de 7 kilos, que recibieron un producto comercial de Tomillo y Algarrobo europeo

Aspecto	T ₁	T ₂	T ₃
Lechones por tratamiento	20	20	20
Producto en la dieta, %	00	0.10	0.20
Consumo por lechón por período, Kg:			
Pre-Inicio	2.804	2.518	2.959
Inicio	11.122	11.085	11.095
Crecimiento I	10.588	10.111	10.058
Acumulado	24.514	23.714	24.112
Consumo por lechón por día, gramos:			
Pre-Inicio	311.6	279.8	328.8
Inicio	794.4	791.8	792.5
Crecimiento I	1058.8	1011.1	1005.8
Acumulado	742.9	718.6	730.7

Al realizar el comparativo porcentual para las cifras de consumo de alimento se pudo determinar que en los tratamientos en los que estuvo presente el producto se manifestó una tendencia de menor consumo; la que fue más marcada con el tratamiento 2, principalmente en el Pre-inicio en el que la merma fue de 10.2%. En el resto de evaluaciones las mermas no pasaron de 5%.

El comparativo porcentual entre tratamientos, en los diferentes períodos, se presenta en la Figura 4.1. En el tratamiento 3 (0.2% del producto) el consumo presentó una tendencia manifiesta a disminuir conforme se incrementó la edad, al ser comparado con el testigo; así, en el Pre-inicio superó al testigo en 5.5%, en el Inicio ya estuvo por debajo del testigo, aunque ligeramente (0.2%) y en el Crecimiento I estuvo por debajo en 5%. Resulta evidente que la presencia del producto promovió un ligero menor consumo de alimento en los animales, lo que podría deberse al olor.

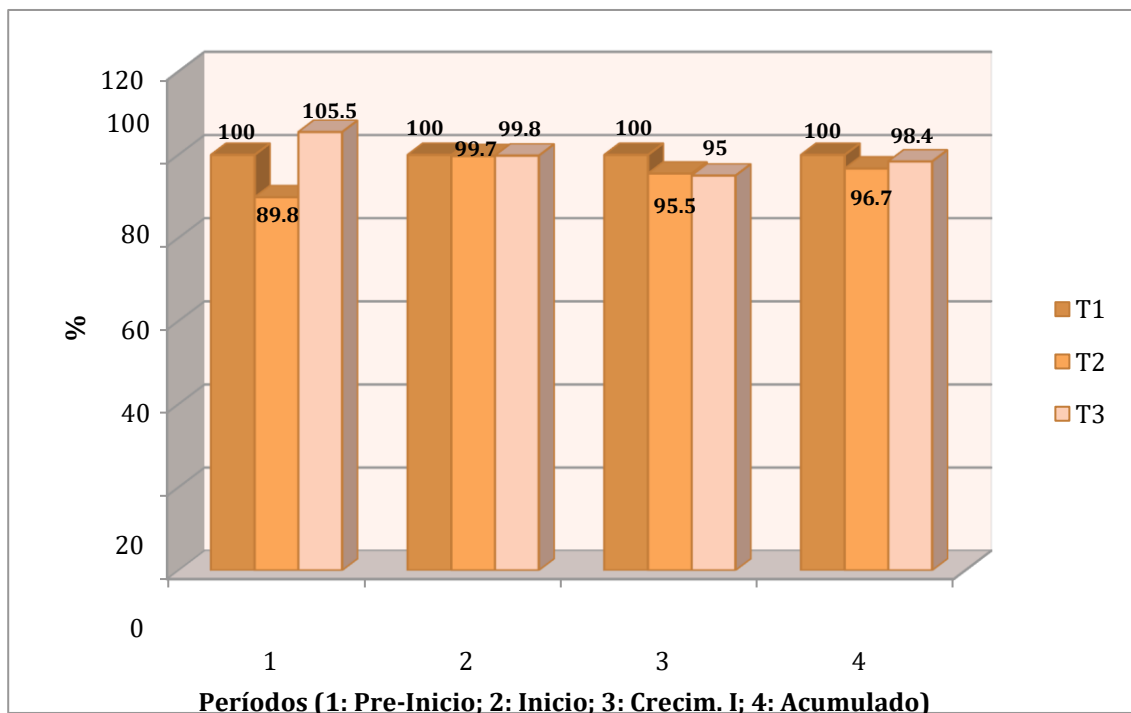


Figura 4.1. Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo de alimento según período

Comportamiento irregular en el consumo de alimento también fue reportado por Zamora (2018) cuando evaluó el mismo producto con cerdos similares pero de menor peso al destete. El autor citado indicó que, aparentemente, se dio un proceso de acostumbamiento que se reflejó a través de una mejora en las cantidades ingeridas a través del tiempo; como ocurrió en el presente ensayo con el tratamiento 2, en el que de una merma de 10%, en comparación al testigo, prácticamente llega a tener consumos equiparables. El comportamiento del consumo con el tratamiento 3 fue diferente, en el Pre-Inicio se consumió 5.5% por encima del testigo, en el Inicio fue casi idéntico y en el Crecimiento I estuvo 5% por debajo del testigo; al considerar el consumo acumulado estuvo 1.6% por debajo, cifra que no se consideró como consumo disminuido.

Comportamiento divergente en el consumo de alimento ha sido reportado por diferentes investigadores que evaluaron sustancias fitobióticas. Así, Tabasum *et al.* (2016), al evaluar diferentes combinaciones de hierbas, reportaron disminución en el consumo. Sin embargo, otros investigadores indicaron que los extractos de plantas (EP)

lo mejoraron, es el caso de Simonson (2004) quien investigó sobre el efecto de la mostaza y de la casia; así mismo, Cullen *et al.* (2005) y Jans *et al.* (2007) determinaron incrementos en la cantidad de alimento consumido al evaluar la inclusión de ajo en la alimentación de cerdos en crecimiento-acabado. También existe información que indica que la presencia de los EP no tiene efecto alguno sobre el consumo de alimento, como es el caso de Sulabo *et al.* (2007).

Bajo las condiciones de la producción porcina moderna, los cerdos deben alimentarse con una dieta balanceada que satisfaga sus requerimientos nutricionales diarios para mantenimiento, crecimiento y reproducción (Jacela *et al.*, 2010). Sin embargo, la ingesta de nutrientes está determinada en gran medida por el consumo voluntario de alimento, que está muy influenciado por los sentidos químicos del olfato y el gusto. Por lo tanto, es esencial asegurarse de que las dietas que se ofrecen a los cerdos sean altamente apetecibles para garantizar un alto consumo de alimento. Esto es especialmente importante cuando los cerdos tienen menos apetito, como los primeros días después del destete. Por lo tanto, se cree que la mejora del sabor o el olor a través del uso de saborizantes puede ayudar a mejorar la palatabilidad de las dietas y, en consecuencia, la ingesta de alimento.

Los mismos autores (Jacela *et al.*, op. cit.) consideran que se han identificado varios factores que afectan el consumo de alimento en los cerdos. En la mayoría de los casos, indican, la ingesta de alimento está influenciada por la interacción entre algunos o todos estos factores, que incluyen el ambiente térmico, factores sociales (Ej., densidad animal), factores animales (Ej., genotipo) y factores dietéticos (Ej., densidad energética y palatabilidad). La palatabilidad de una dieta se refiere a sus características de aceptabilidad, incluido el sabor, el olor y la textura, que captan los sentidos de los cerdos antes de comer. Algunos EP pueden estimular el consumo, precisamente por que

impresionan los sentidos odoríficos y gustativos de los animales; aunque también existen algunos que podrían ocasionar acción contraria, pero lo importante es que el consumo de alimento no se vea deteriorado; es decir, si no se promociona tampoco que se disminuya.

No obstante lo reportado por los diferentes investigadores en este campo, las cifras de consumo de alimento deben analizarse con la eficiencia de utilización del alimento para ser más precisos en las posibles inferencias, ya que una ligera disminución en el consumo podría deberse a una mejor eficiencia en la utilización del alimento para incrementar peso (efecto positivo sobre la conversión alimenticia).

4.2. Peso y Cambios en el Peso Vivo

Los resultados obtenidos en relación al peso y cambios en el peso vivo, para cada uno de los períodos considerados, se presentan en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2.

Peso y cambios en el peso de lechones destetados con más de 7 kilos, que recibieron un producto comercial de Tomillo y Algarrobo europeo

Aspecto	T ₁	T ₂	T ₃
Lechones por tratamiento	20	20	20
Producto en la dieta, %	00	0.10	0.20
Peso vivo por lechón, Kg:			
Inicial	8.845	8.865	7.725
Pre-Inicio	10.956 ^a	10.936 ^a	10.050 ^b
Inicio	18.330 ^{a, b}	18.455 ^a	17.145 ^b
Crecimiento I	25.775 ^a	25.055 ^{a, b}	23.925 ^b
Incremento de peso vivo, kg/ lechón:			
Pre-Inicio	2.111	2.071	2.325
Inicio	7.374	7.519	7.095
Crecimiento I	7.445	7.050	6.780
Acumulado	16.93	16.64	16.20
Incremento promedio en todo el ensayo	00.513	00.504	00.491

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

El análisis estadístico (apéndice) indicó que la información de los pesos estuvo distribuida en forma normal y que hubo homogeneidad de varianzas entre los tratamientos.

El análisis de la varianza mostró que hubo diferencia significativa entre

los pesos logrados al finalizar el Pre-Inicio ($P<0.05$), los tratamientos 1 y 2 fueron similares y superiores al tratamiento 3; lo que se mantuvo al finalizar el Inicio y el Crecimiento I.

Al evaluar los incrementos de peso, en el Pre-Inicio el tratamiento 2 estuvo 1.9% por debajo del testigo y el tratamiento 3 superó al testigo en 10.1%, esto último parecería haberse debido a un fuerte efecto de compensación de los animales de este tratamiento ya que consumieron más alimento. En el Inicio se invirtió el comportamiento, el tratamiento 2 superó al testigo en 2% y el tratamiento 3 estuvo 3.8% por debajo. En tanto que en el Crecimiento I, los tratamientos 2 y 3 estuvieron por debajo del testigo en 5.3 y 8.9%, respectivamente. Al considerar el incremento acumulado de peso por cerdo los tratamientos 2 y 3 resultaron por debajo del testigo en 1.7 y 4.3%, respectivamente.

El comparativo porcentual entre tratamientos para los incrementos de peso logrados en las diferentes etapas del presente ensayo se presentan en la Figura 4.2.

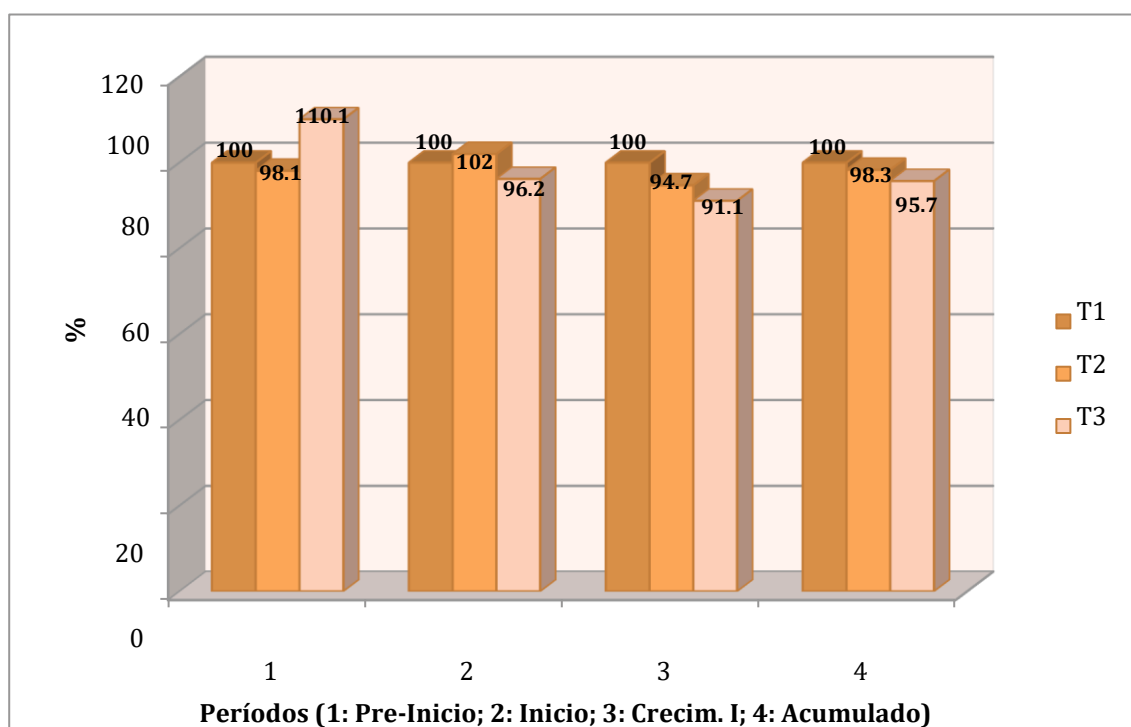


Figura 4.2. Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso según período

Zamora (2018), trabajando con lechones de menor peso al destete, obtuvo menores incrementos de peso vivo al emplear el producto en todas las fases, lo que se atribuyó al menor consumo de alimento; en este ensayo también se observó que en las fases en las que hubo reducción en el consumo también lo hubo en los incrementos de peso.

Mejoras en los incrementos de peso han sido reportados por Grela *et al.* (1998) al emplear una combinación de hierbas en la alimentación porcina. En tanto que Ilsey *et al.* (2002), Allan y Bilkei (2005), Ariza-Nieto *et al.* (2011) lograron obtener mayores incrementos de peso en lechones destetados al incluir orégano y cinnamaldehído en la alimentación de las madres. También mayores incrementos de peso se reportaron por Dunshea *et al.* (2003) al emplear un análogo de la capsaicina; por Simonson (2004) empleando mostaza y casia; por Cullen *et al.* (2005) y Jans *et al.* (2007) al utilizar extracto de ajo.

Considerando al timol y carvacrol, constituyentes del orégano y del tomillo, empleados por Walter y Bilkey (2004) y reportaron mayores incrementos de peso. En tanto que Kotrotsios *et al.* (2012) emplearon harina de vainas de *Ceratonia siliqua* en cantidades pequeñas y determinaron mejoras en los incrementos de peso.

Sin embargo, se debe tener en consideración que los principios contenidos en los fitobióticos realizan una serie de acciones que no sólo tienen que ver con los incrementos de peso, sino también con la eficiencia de utilización del alimento para ganar peso, la menor acumulación de grasa en los incrementos de peso, la salud del epitelio intestinal, etc. En consecuencia no se puede discutir sobre una acción aislada, ya que la acción que realizan es compleja (varias acciones vinculadas). Se ha resaltado particularmente la acción de control de bacterias de tipo patógeno a nivel del tracto gastrointestinal, la acción atrapadora de radicales libres (acción anti-oxidante) y la anti-

inflamatoria. Así, diferentes investigadores (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) han determinado que los EP tienen acciones anti-fúngica, anti-parasitaria, anti-vírica y anti-toxigénica. Todos estos tipos de acciones son necesarias en el tracto gastrointestinal, debido a que existe en el toda una micro-biota que está constituida por especies benéficas y patógenas, el éxito de la producción porcina estriba en mantener controlada a la micro-biota patógena y permitir que prospere la benéfica, acción en la que los EP tienen un rol importante. Debido a que los nutrientes provistos por el alimento se destinarían a funciones productivas antes que estar alimentando a flora y fauna de tipo patógeno. Lo más importante de esta acción en contra de bacterias, hongos, etc., es que no generan resistencia que podría afectar al consumidor y a los mismos animales.

Como ha sido indicado para las diferentes explotaciones de animales de interés zootécnico, en los sistemas de producción animal se dan las condiciones para que los animales (principalmente cerdos y aves) sufran procesos estresantes que generen la aparición de radicales libres. Estas estructuras dañan al tejido epitelial intestinal y el organismo tiene que destinar una gran cantidad de nutrientes para su reparación; en consecuencia, es importante disponer de anti-oxidantes, de preferencia naturales, que puedan atrapar a los radicales libres. Muchos principios contenidos en los EP han probado esta acción anti-oxidante como ha sido corroborado por diferentes investigadores (Economou *et al.*, 1991; Botsoglou *et al.*, 2002; Gülçin *et al.*, 2004; Oboh *et al.*, 2007; Slamenova *et al.*, 2008; Frankič *et al.*, 2010).

En las granjas de explotación porcinas se producen una serie de acciones interactivas entre los animales, entre los animales y el ambiente, y entre los animales y

el hombre, que tienden a producir procesos inflamatorios que deterioran la salud de los animales y que pueden producir la muerte; muchas veces los procesos se desarrollan de forma sub-clínica (sin síntomas visibles) y pasan desapercibidos, las alteraciones sub-clínicas de la salud son las que más cuestan al productor de porcinos, ya que los animales merman considerablemente su rendimiento y se vuelven ineficientes en la utilización del alimento para producir. El rol de los principios anti-inflamatorios naturales es de importancia para lograr eficiencia económica en la producción porcina. La presencia de estos principios en los EP ha sido reportado por diferentes investigadores (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).

Se ha determinado la presencia de estos principios en el extracto de tomillo (Suzuki y Furuta, 1988; Aeschbach *et al.*, 1994; Essawi y Srouf, 2000; Hudaib *et al.*, 2002; Miura *et al.*, 2002; Soliman y Badlaa, 2002; Venturini *et al.*, 2002; Braga *et al.*, 2006) y en el del algarrobo europeo (Hsouna *et al.*, 2011; Kotrotsios *et al.*, 2012; Roseiro *et al.*, 2013; Durazzo *et al.*, 2014), la respuesta obtenida con los incrementos de peso en el presente ensayo podría deberse a la acción de factores, como dosis, interacciones, etc., por lo que es necesario realizar investigación complementaria que permita dilucidar la mayor parte de dudas al respecto.

4.3. Conversión Alimenticia

Los resultados obtenidos en relación a la conversión alimenticia, para cada uno de los períodos considerados, se presentan en la Tabla 4.3.

En el Pre-Inicio, la conversión alimenticia de los tratamientos 2 y 3 fue más eficiente que la lograda por el testigo, en 8.4 y 4.1%, respectivamente. En el Inicio, sólo la conversión del tratamiento 2 fue mejor (en 2.2%) que la del testigo; en tanto que la

del tratamiento 3 fue menos eficiente en 3.7%. En el Crecimiento I, la conversión alimenticia de los tratamientos 2 y 3 perdió eficiencia con relación a las fases anteriores y al testigo; así la pérdida de eficiencia con respecto al testigo fue de 0.8 y 4.3%, respectivamente. Al considerar la conversión alimenticia acumulada se pudo determinar que la del tratamiento 2 fue más eficiente (en 1.6%) y la del tratamiento 3 fue menos eficiente en 2.8%.

Tabla 4.3.

Conversión alimenticia de lechones destetados con más de 7 kilos, que recibieron un producto comercial de Tomillo y Algarrobo europeo

Aspecto	T ₁	T ₂	T ₃
Lechones por tratamiento	20	20	20
Producto en la dieta, %	00	0.10	0.20
Conversión alimenticia:			
Pre-Inicio	1.328	1.216	1.273
Inicio	1.508	1.474	1.564
Crecimiento I	1.422	1.434	1.483
Acumulada	1.448	1.425	1.488

El comparativo porcentual entre tratamientos para la conversión alimenticia se presenta en la Figura 4.3.

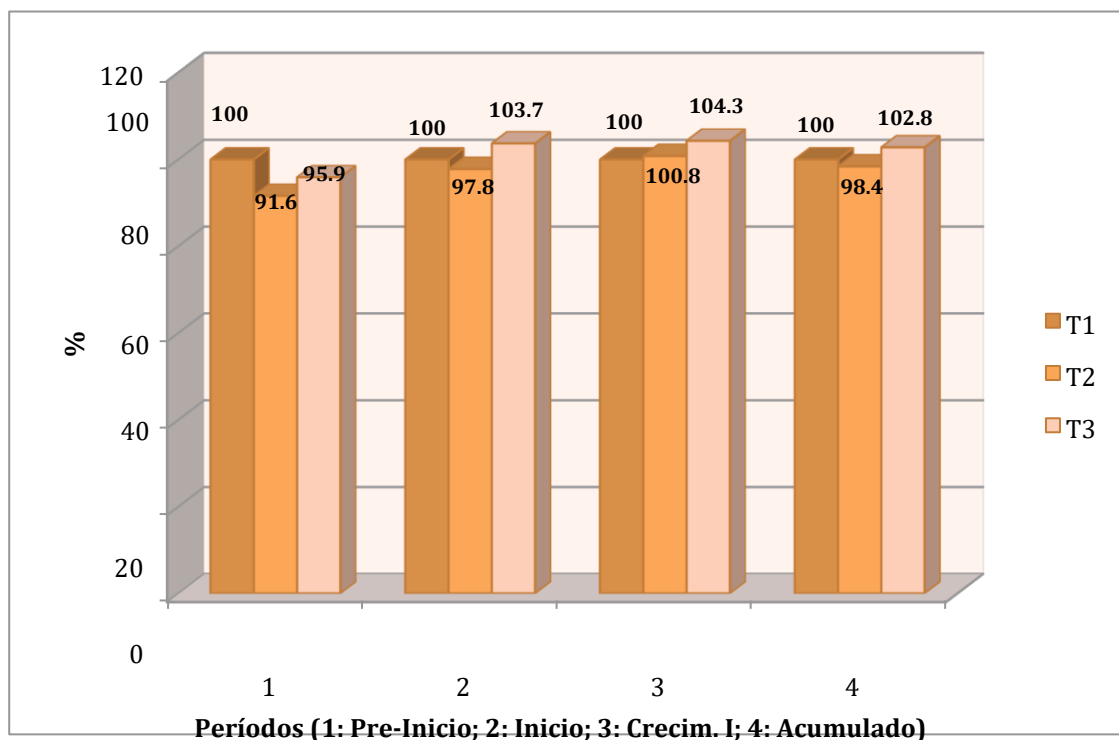


Figura 4.3. Comparativo porcentual entre tratamientos para la conversión alimenticia según periodos

En el mejor de los casos, Zamora (2018) obtuvo conversión alimenticia similar a la del tratamiento testigo al evaluar el mismo producto, en las mismas proporciones y con animales del mismo genotipo, la diferencia estuvo en el peso de destete que se encontró en el rango de 6 a 7 kilos para el autor citado. En el caso del presente ensayo, con animales cuyo peso de destete fue superior a 7 kilos, se notó una ventaja consistente en el tratamiento 2, en el que se empleó 0.1% del producto comercial. Con el tratamiento 3 (0.2% del producto) la ventaja se manifestó sólo en el período de Pre- Inicio; como se puede apreciar en la Figura 4.3.

En consecuencia, se puede asumir que el contenido de principios anti- bacterianos, anti-oxidantes y estimuladores de la inmuno-competencia contenidos en la proporción de 0.1% del producto permitirían conservar la integridad del epitelio intestinal y, de esta manera, mejor eficiencia en la utilización del alimento y en el rendimiento (Suzuki y Furuta, 1988; Aeschbach *et al.*, 1994; Essawi y Srouf, 2000; Hudaib *et al.*, 2002; Miura *et al.*, 2002; Soliman y Badlaa, 2002; Venturini *et al.*, 2002; Braga *et al.*, 2006; Zou *et al.*, 2016).

Además, las semillas de algarrobo europeo son portadoras también de principios prebióticos que permiten el desarrollo y establecimiento de flora benéfica en el intestino permitiendo mejores condiciones nutricionales para los animales, sobre todo tratándose de animales muy jóvenes.

De esta manera, el producto empleado permite que el alimento pueda cubrir algunas de las necesidades a las que se enfrentan los cerdos muy jóvenes, como las que han indicado Bhat *et al.* (2010) y Gadd (2011).

4.4. Mérito Económico

Los resultados obtenidos en relación al mérito económico, para cada uno de los períodos considerados, se presentan en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4.**Mérito económico de lechones destetados con más de 7 kilos, que recibieron un producto comercial de Tomillo y Algarrobo europeo**

Aspecto	T ₁	T ₂	T ₃
Lechones por tratamiento	20	20	20
Producto en la dieta, %	00	0.10	0.20
Mérito económico:			
Pre-Inicio	5.843	5.350	5.601
Inicio	4.826	4.717	5.005
Crecimiento I	2.617	2.639	2.729
Acumulado	3.982	3.916	4.138

Los valores de mérito económico tienden a manifestar una tendencia muy parecida a los de conversión alimenticia, la asociación entre estas dos variables es alta; sin embargo, en determinadas circunstancias puede lograrse excelentes conversiones alimenticias utilizando un producto muy caro y que se emplea en proporciones altas, ocasionando valores de mérito económico ineficientes. No es una situación que se haya dado en el presente ensayo, se puede apreciar que con el tratamiento que incluyó 0.1% del producto evaluado el mérito económico fue 1.7% mejor que el obtenido con el testigo, resultado que indicó que puede emplearse el producto en lugar de APC.

Zamora (2018), trabajando con cerdos similares y de la misma edad, con menos peso al destete, al incorporar el producto obtuvo valores de mérito económico similares al testigo al emplear 0.1%; en el presente ensayo se pudo mejorar el mérito económico, indicando que cuando los cerdos tuvieron mejores condiciones iniciales se pudo lograr mejor performance por parte del producto.

Debe tenerse en consideración que cualquier producto de acción fitobiótica no presentará Capacidad Inhibitoria Mínima equiparable a la de cualquier antibiótico farmacéutico y que su ventaja puede deberse, además de acción antimicrobiana, a la captación de radicales libres, a la anti-inflamatoria, entre otras.

Diferentes reportes de investigación han documentado estas propiedades en los extractos de plantas de acción fitobiótica; así, se mencionan antibacterianas (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), antioxidantes (Economou *et al.*, 1991; Botsoglou *et al.*, 2002; Gülçin *et al.*, 2004; Oboh *et al.*, 2007; Slamenova *et al.*, 2008; Frankič *et al.*, 2010) y antiinflamatorias (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), entre otras, sustentando el hecho de la conveniencia del empleo de fitobióticos sobre los APC, la acción de estos últimos no tiene un amplio abanico de posibilidades; sin embargo, es necesario realizar investigación complementaria al respecto.

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 en el alimento de los cerdos ejerció un ligero efecto de disminución del consumo no mayor de 5% en la cifra acumulada y se apreció un comportamiento de acostumbramiento.
2. Con 0.1% del producto los incrementos de peso fueron más parecidos a los logrados por el testigo que con 0.2%.
3. La eficiencia de utilización del alimento para incrementar peso vivo fue mejor, en 1.6%, en el tratamiento con 0.1% del producto que con el testigo.
4. El mérito económico siguió la misma tendencia que la conversión alimenticia, con el tratamiento 2 (0.1% del producto) comportándose mejor que el testigo.

Recomendándose:

1. Utilizar 0.1% del producto comercial de extractos de tomillo y algarrobo europeo por permitir mejor eficiencia en la utilización del alimento para incrementar peso vivo y en el gasto en alimento para incrementar una unidad de peso.
2. Realizar ensayos con otras especies vegetales de acción fitobiótica, además del producto ensayado, en otras categorías de cerdos y en otras especies animales de interés zootécnico.

VI. RESUMEN

Sesenta cerdos destetados con peso superior a 7 kilos, PIG x Camborough, hasta que concluyó la fase de Crecimiento I (33 días experimentales), fueron empleados para evaluar el efecto de la inclusión de un producto comercial de extractos de tomillo y algarrobo europeo sobre el rendimiento en vivo, con los siguientes tratamientos experimentales: T₁, testigo; T₂, 0.1 y T₃, 0.2% del producto. Los resultados mostraron un efecto de ligera disminución del consumo de alimento, sin diferencias significativas entre tratamientos para el incremento de peso, mayor eficiencia en la utilización del alimento para incrementar peso vivo en el Pre-Inicio, Inicio y acumulada con 0.1% del producto, el mérito económico mostró la misma tendencia que la conversión alimenticia. Por los resultados obtenidos se hace recomendable el empleo de 0.1% del producto en lugar de APC, disminuyendo de esta manera la posibilidad de antibiótico resistencia y probables mejoras en diferentes ítems de calidad de la carne.

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.
- Allan, P., y Bilei, G. (2005). Oregano improves reproductive performance of sows. *Theriogenology*. 63:716-721.
- Ariza-Nieto, C., Bandrick, M., Baidoo, S. K., Anil, L., Molitor, T. W., y Hathaway, M. R. (2011). Effect of dietary supplementation of oregano essential oils to sows on colostrum and milk composition, growth pattern and immune status of suckling pigs. *J. Anim. Sci.* 89:1079- 1089.
- Bhat, P. N., Mohan, N. H., and Deo, Sukh. (2010). Pig Production. Studium Press Pvt. Ltd. Delhi, India. 576 pp.
- 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.
- 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.
- Cullen, S. P., Monahan, F. J., Callan, J. J., y O'Doherty, J. V. (2005). The effect of dietary garlic and rosemary on grower-finisher pig performance and sensory characteristics of pork. *Irish J. Agr. Food Res.* 44:57-67.
- Dinarello, C. A. (2000). Proinflammatory cytokines. *Chest*. 118:503-508.
- 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.
- 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.
- Dunshea, F. R., Suster, D., Kerton, D. J., y Leury, B. J. (2003). A capsaicin analogue improves growth and dressing rate in pigs, particularly gilts. In J. E. Paterson (Ed.). Manipulating pig production (Vol. IX, pp. 26). Werribee, Australia: *Australasian Pig Science Association Inc.*
- Durazzo, A., Turfani, V., Narducci, V., Azzini, E., Maiani, G., y Carcea, M. (2014). Nutritional characterisation and bioactive components of commercial carob flours. *Food Chemistry*, 153: 109-113.
- 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.
- Essawi, T. y Srour, M. (2000). Screening of some Palestinian medicinal plants for antibacterial activity. *Journal of Ethnopharmacology*, 70 (3): 343–349.
- 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.

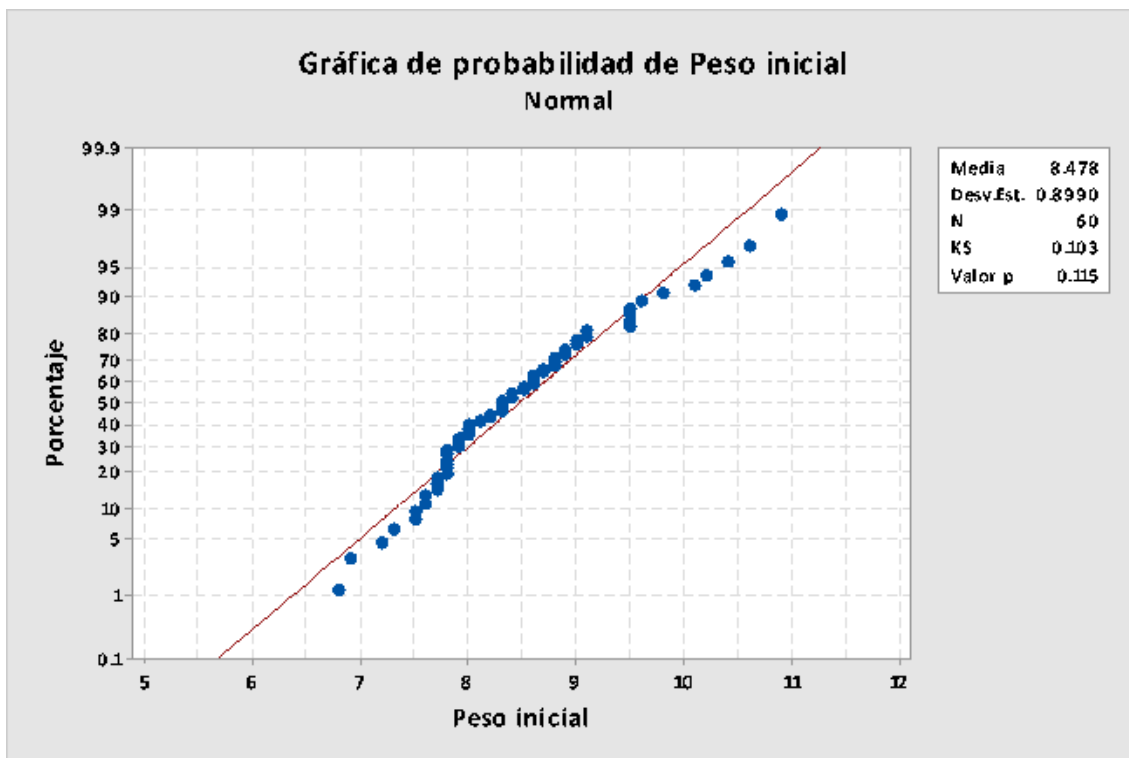
- Gadd, J. (2011). Modern Pig Production Technology: A practical guide to profit. Nottingham University Press. United Kingdom. 613 pp.
- Garozzo, A., Timpanaro, R., Bisignano, B., Furneri, P. M., Bisignano, G., y Castro, A. (2009). In vitro antiviral activity of *Melaleuca alternifolia* essential oil. *Lett. Appl. Microbiol.* 49:806-808.
- Grela, E. R., Krusiński, R., y Matras, J. (1998). Efficacy of diets with antibiotic and herb mixture additives in feeding of growing-finishing pigs. *J. Anim. Feed Sci.* 7:171-175.
- 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.
- Hsouna, A. B., Saoudi, M., Trigui, M., Jamoussi, K., Boudawara, T., Jaoua, S., y El Feki, E. (2011). Characterization of bioactive compounds and ameliorative effects of *Ceratonia siliqua* leaf extracts against CCl₄ induced hepatic oxidative damage and renal failure in rats. *Food and Chemical Toxicology*, 49: 3183-3191.
- Hudaib, M., Speroni, E., Di Pietra, A. M., y 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.
- Ilsley, S., Miller, H., Greathead, H., y Kamel, C. (2002). Herbal sow diets boost preweaning growth. *Feed Mix.* 10:24-25.
- Jacela, J. Y., DeRouchey, J. M., Tokach, M. D, Goodband, R. D, Nelssen, J. L., Renter, D. G., y Dritz, S. S. (2010). Feed additives for swine: Fact sheets-flavors and mold inhibitors, mycotoxin binders, and antioxidants. *Journal of Swine Health and Production*, 18(1): 27-32.
- Janz, J. A. M., Morel, P. C. H., Wilkinson, B. H. P., y Purchas, R. W. (2007). Preliminary investigation of the effects of low-level dietary inclusion of fragrant essential oils and oleoresins on pig performance and pork quality. *Meat Sci.* 75:350-355.
- 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.
- Kotrotsios, N. V., Christaki, E., Bonos, E., y Floru-Paneri, P. (2012). Dietary carob pods on growth performance and meat quality of fattening pigs. *Asian Australian Journal Animal Science*, 6: 880-885.
- 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., Fidler, 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.
- 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.
- 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.
- Manzanilla, E. G., Perez, J. F., Martin, M., Kramel, C., Baucells, F., y Gasa, J. (2004). Effect of plant extracts and formic acid on the intestinal equilibrium of early-weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 82:3210-3218.
- Michiels, J., Missotten, J., Van Hoorick, A., Ovyne, A., Fremaut, D., De Smet, D., y Dierick, N. (2010). Effects of dose and formulation of carvacrol and thymol on bacteria and some functional traits of the gut in piglets after weaning. *Arch. Ani. Nutr.* 64:136-154.
- Miladi H., Zmantar, T., Chaabouni, Y., Fedhila, K., Bakhrouf, A., Mahdouani, K., y Chaieb, K. (2016). 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., Kikuzaki, H., y Nakatani, N. (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.
- Neill, C. R., Nelssen, J. L., Tokach, M. D., Goodband, R. D., DeRouchey, J. M., Dritz, S. S., Groesbeck, C. N., y Brown, R. B. (2006). Effects of oregano oil on growth performance of nursery pigs. *J. Swine Health Prod.* 14:312-316.
- Nofrarias, M., E. G. Manzanilla, J. Pujols, X. Gibert, N. Majó, J. Segalés, and J. Gasa. 2006. Effects of spray-dried porcine plasma and plant extracts on intestinal morphology and on leukocyte cell subsets of weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 84:2735-2742.
- 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.
- Ostle, B. (1979). Estadística Aplicada. Editorial LIMUSA. México, D. F.
- Pandey, R., Kalra, A., Tandon, S., Methrotra, N., Singh, H. N., y Kumar, S. (2000). Essential oils as potent sources of nematocidal compounds. *J. Phytopathology.* 148:501-502.
- Pessoa, L. M., Morais, S. M., Bevilacqua, 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.
- 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.

- Roseiro, L. B., Tavares, C. S., Roseiro, J. C., y Rauter, A. P. (2013). Antioxidants from aqueous decoction of carob pods biomass (*Ceretonia siliqua* L.): Optimisation using response surface methodology and phenolic profile by capillary electrophoresis. *Industrial Crops and Products*, 44: 119-126.
- Sads, O. R. y Bilkei, G. (2003). The effect of oregano and vaccination against Glasser's disease and pathogenic *Escherichia coli* on postweaning performance of pigs. *Irish Vet. J.* 56:611-615.
- Scheffler, E. (1982). Bioestadística. Fondo Educativo Interamericano. EE. UU. de N. A.
- Simonson, R. R. (2004). Antimicrobial properties of herbs and spices and their potential use in diets for pigs. Newport Laboratories, Inc. submitted to CRIS.
- 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.
- 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.
- Sulabo R. C., Jacela J. Y., DeRouchey J. M., Tokach M. D., Neher F., Goodband R. D., Dritz, S. S. and Nelssen J. L. (2007). Effects of phytobiotics (BIOMIN® P.E.P.) on nursery pig performance. *Kansas Agric. Exp. Sta. Prog. Rep.* **985**, 94-98.
- Suzuki, Y. y Furuta, H. (1988). Stimulation of guinea pig neutrophil superoxide anion-producing system with thymol. *Inflammation*, 12 (6): 575-584.
- Tabasum, S., Mun, H-S., Manirul, Md., Ko, S-Y., y Yang, C-J. (2016). Effects of dietary natural and fermented herb combination on growth performance, carcass traits and meat quality in grower-finisher pigs. *Meat Science*, 122: 7-15.
- 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.
- 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.
- Venturini, M. E., Blanco, D., y Oria, R. (2002). In vitro antifungal activity of several antimicrobial compounds against *Penicillium expansum*. *Journal of Food Protection*, 65 (5): 834-839.
- Walter, B. M. y Bilkei, G. (2004). Immunostimulatory effect of dietary oregano etheric oils on lymphocytes from growth-retarded, low-weight growing-finishing pigs and productivity. *Tijdschrift voor Diergeneeskunde*. 129:178-181.
- 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.
- Zamora, F. S. (2018). Extractos comerciales de tomillo (*Thymus vulgaris*) y de algarrobo (*Ceretonia siliqua*) en la dieta de lechones destetados. Tesis. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo". Lambayeque, Perú.
- Zou, Y., Xiang, Q., Wang, J., Wei, H., y Peng, J. (2016). Effects of oregano essential oil or quercetin supplementation on body weight loss, carcass characteristics, meat quality and antioxidant status in finishing pigs under transport stress. *Livestock Science*, 192: 33-38.

VIII. APÉNDICE

Apéndice 1. Prueba de normalidad con el peso inicial



Apéndice 2. Prueba de igualdad de varianzas 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

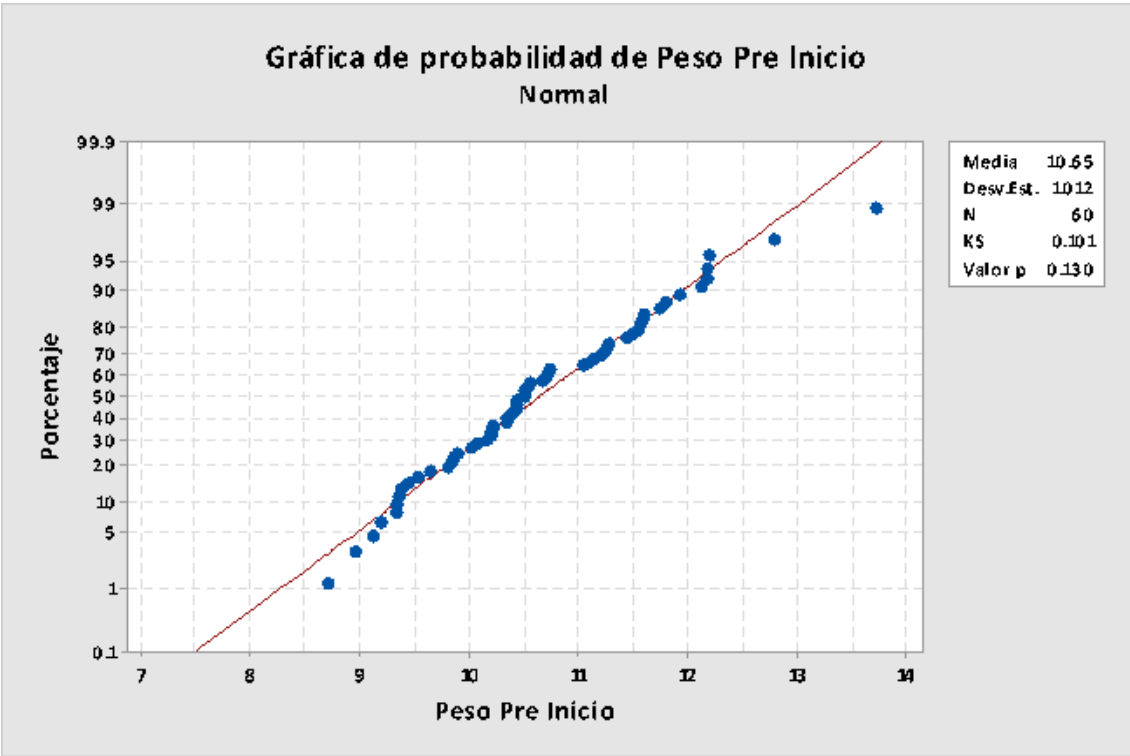
Tratamientos	N	Desv. Est.	IC
1	20	0.819804	(0.498421, 1.53177)
2	20	0.846214	(0.611702, 1.32981)
3	20	0.474480	(0.314660, 0.81276)

Nivel de confianza individual = 98.3333%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.048
Levene	2.70	0.076

Apéndice 3. Prueba de normalidad con los pesos de Pre-Inicio



Apéndice 4. Prueba de igualdad de varianzas con los pesos de Pre-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

Tratamientos	N	Desv. Est.	IC
1	20	1.14459	(0.745852, 1.99534)
2	20	0.86010	(0.638776, 1.31558)
3	20	0.75353	(0.491368, 1.31270)

Nivel de confianza individual = 98.3333%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.298
Levene	1.33	0.273

Apéndice 5. Análisis de varianza con los pesos de Pre-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
Tratamientos	3	1, 2, 3

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	2	10.71	5.3541	6.14	0.004
Error	57	49.74	0.8726		
Total	59	60.44			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.934108	17.72%	14.83%	8.83%

Medias

Tratamientos	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
1	20	10.956	1.145	(10.538, 11.374)
2	20	10.936	0.860	(10.518, 11.354)
3	20	10.050	0.754	(9.632, 10.468)

Desv.Est. agrupada = 0.934108

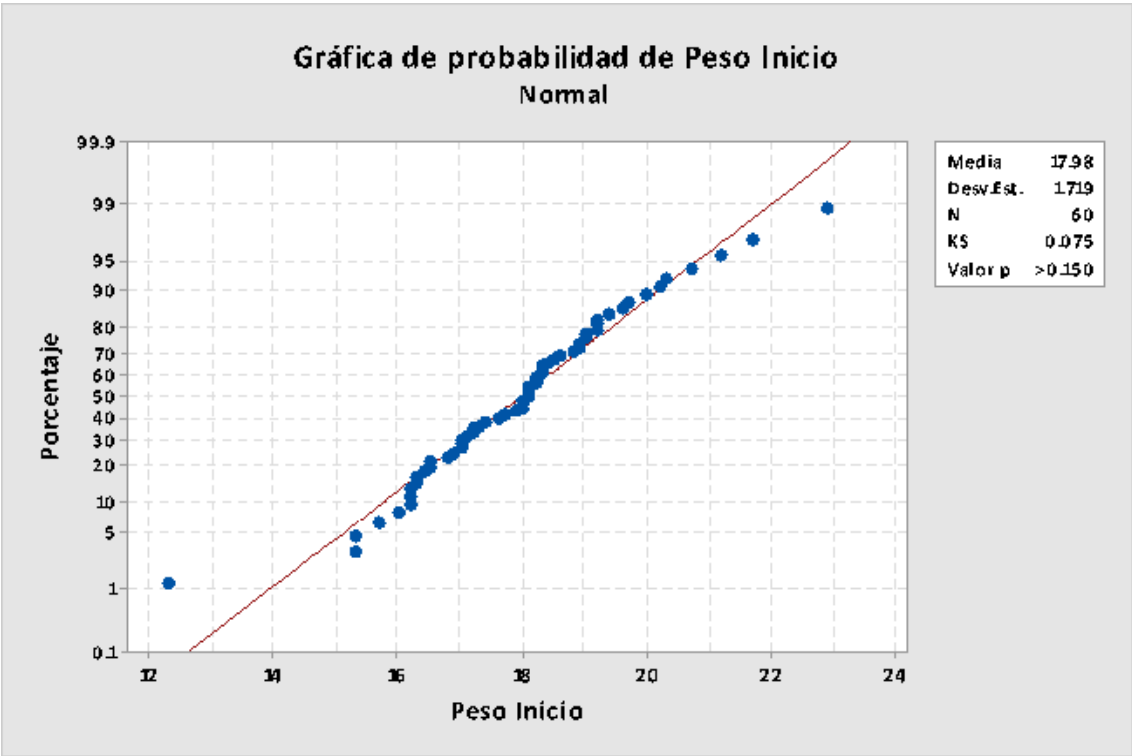
Comparaciones en parejas de Tukey

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

Tratamientos	N	Media	Agrupación
1	20	10.956	A
2	20	10.936	A
3	20	10.050	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Apéndice 6. Prueba de normalidad con los pesos de Inicio



Apéndice 7. Prueba de igualdad de varianzas con los pesos de 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

Tratamientos	N	Desv. Est.	IC
1	20	1.79857	(1.14742, 3.20258)
2	20	1.55951	(1.09070, 2.53304)
3	20	1.55105	(0.78560, 3.47872)

Nivel de confianza individual = 98.3333%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.841
Levene	0.20	0.822

Apéndice 8. Análisis de varianza con los pesos de 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
Tratamientos	3	1, 2, 3

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	2	20.91	10.453	3.88	0.026
Error	57	153.38	2.691		
Total	59	174.29			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1.64039	12.00%	8.91%	2.49%

Medias

Tratamientos	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
1	20	18.330	1.799	(17.595, 19.065)
2	20	18.455	1.560	(17.720, 19.190)
3	20	17.145	1.551	(16.410, 17.880)

Desv.Est. agrupada = 1.64039

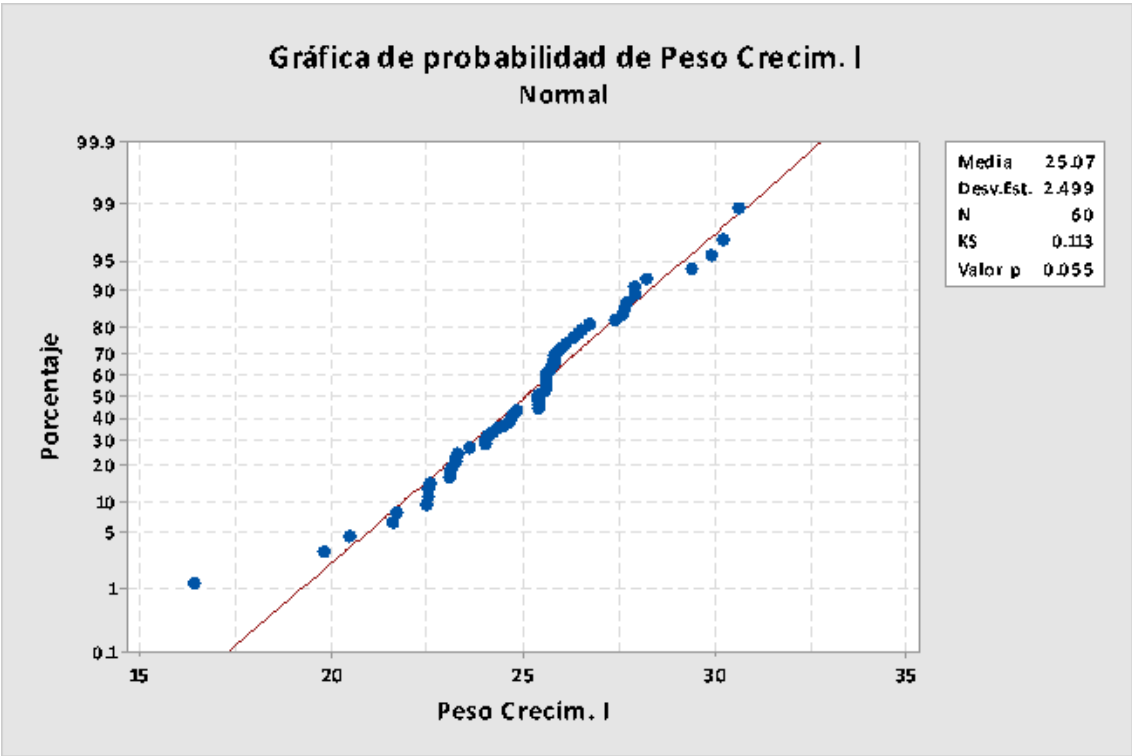
Comparaciones en parejas de Tukey

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

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
2	20	18.455	A	
1	20	18.330	A	B
3	20	17.145		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Apéndice 9. Prueba de normalidad con los pesos de Crecimiento I



Apéndice 10. Prueba de igualdad de varianzas con los pesos de Crecimiento I

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

Tratamientos	N	Desv. Est.	IC
1	20	2.43198	(1.63686, 4.10467)
2	20	2.18570	(1.49089, 3.64003)
3	20	2.56756	(1.37375, 5.45133)

Nivel de confianza individual = 98.3333%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.874
Levene	0.11	0.895

Apéndice 11. Análisis de varianza con los pesos de Crecimiento I

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
Tratamientos	3	1, 2, 3

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	2	39.95	19.973	3.47	0.038
Error	57	328.40	5.761		
Total	59	368.35			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
2.40029	10.84%	7.72%	1.21%

Medias

Tratamientos	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
1	20	25.775	2.432	(24.700, 26.850)
2	20	25.505	2.186	(24.430, 26.580)
3	20	23.925	2.568	(22.850, 25.000)

Desv.Est. agrupada = 2.40029

Comparaciones en parejas de Tukey

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

Tratamientos	N	Media	Agrupación
1	20	25.775	A
2	20	25.505	A
3	20	23.925	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.