

CAPÍTULO 5.

Aceite esencial de orégano como aditivo funcional en sistemas de alimentación de pollos de engorde y ponedoras

Claudia Ariza, Liliana Betancourt, Fredy Silva, Diego Botero, Ronnal Ortiz, Yesid Avellaneda, Gustavo García, Germán Afanador

Los aceites esenciales han recientemente emergido como alternativas a los antibióticos en la producción avícola. Existen productos comerciales disponibles que han demostrado efectos antimicrobianos *in vitro*, como se observa en este documento (Capítulo 4). Adicional a su actividad antimicrobiana los aceites esenciales de orégano actúan como antioxidantes (Botsoglou, y col., 2002). Farag, y col. (1989) sugiere que la alta actividad antioxidante de los aceites esenciales de orégano es debida a la presencia de grupos fenólicos OH, los cuales actúan como donadores de hidrógeno a los radicales pero óxidos producidos en las primeras etapas del proceso de oxidación, retardando la formación de hidroxiperoxidos. Los aceites esenciales de orégano (AEO) son una muy compleja mezcla de componentes y su composición y concentración varían según el nicho de producción (Capítulo 1). Las preparaciones comerciales de AEO se suministran en forma de polvo y adicionadas a la dieta de pollos de engorde y ponedoras a un nivel de 1000 ppm con un 5% de AEO.

En Colombia se estima que del alimento elaborado para aves, 47% es destinado a la alimentación para ponedoras y el restante 53% es utilizado para pollos de engorde. Igualmente, en la estructura de costos de producción de aves el alimento representa cerca del 70.1% en ponedoras de huevo blanco, 69.0% en ponedoras marrón y 72.0% en pollos de engorde. Por lo anterior se considera que la rentabilidad de la producción avícola está estrechamente relacionada con la eficiencia de uso del alimento por parte del ave y el costo unitario de los alimentos. En este contexto, grandes esfuerzos se realizan en la actualidad, enfatizándose en el uso de aditivos funcionales que promuevan y regulen la funcionalidad del tracto gastrointestinal y así directamente la expresión del potencial genético de las estirpes modernas. En este capítulo se evalúan los efectos de la suplementación de AEO, a unos niveles de inclusión más ajustado al mercado y como aditivo funcional, valorar su influencia sobre la productividad de pollos de engorde y ponedoras.

● AEO EN POLLOS DE ENGORDE

En un primer estudio se evaluaron cuatro quimiotipos de AEO: AEO1: *Lippia origanoides Kunth*; AEO2: *Origanum vulgare hirtum*; AEO3: *O. majorana*; AEO4: *O. vulgare L.* en pollo de engorde. El estudio se realizó en las instalaciones del C.I. CORPOICA, Tibaitatá, con pollos de

la estirpe Ross, criados en baterías verticales. Los resultados muestran que la suplementación de AEO en un sistemas de alimentación de pollo de engorde, no afectaron el peso corporal, durante la fase de pre-iniciación (1 a 7 días de edad), pero si en la fase de iniciación (8 a 21 días de edad), donde los pollos suplementados con AEO majorana (AEO3) registraron una menor ganancia de peso corporal, comparado con el grupo control y antibiótico promotor de crecimiento (APC) ($P < 0.05$) (Figura 7).

El consumo de alimento del sistema de alimentación (EMAn 3.000, 3.050 y 3.100 Kcal/Kg, PC: 22.6, 21.1 y 19.4% y lisina digestible: 1.28, 1.15 y 1.07% para las fases de pre-iniciación, iniciación y engorde, respectivamente), durante las dos primeras fases de alimentación fue similar en todo los tratamientos evaluados. Durante la fase de engorde se observó una tendencia ($P < 0.1$), que indica, que los pollos suplementados con AEO2 o con APC presentaron un mayor consumo de alimento (+4.5%) comparado con aquellos que fueron suplementados con AEO3. Cuando se evaluó el consumo de alimento, durante el ciclo completo de engorde, se observó que los pollos suplementados con APC consumieron 4.3% más alimento que los pollos que recibieron AEO3 (Tabla 10). Los grupos de orégano del Patía (AEO1) y Orégano Griego (AEO2) fueron comparables con grupo control y APC en términos de consumo de alimento ($P > 0.05$).

La conversión alimenticia no presentó diferencias durante un ciclo comercial de pollo de engorde cuando se suplementó con diferentes quimiotipos de AEO, sin embargo, la mayor conversión alimenticia la presentó el grupo AEO Griego (AEO2) (Tabla 11).

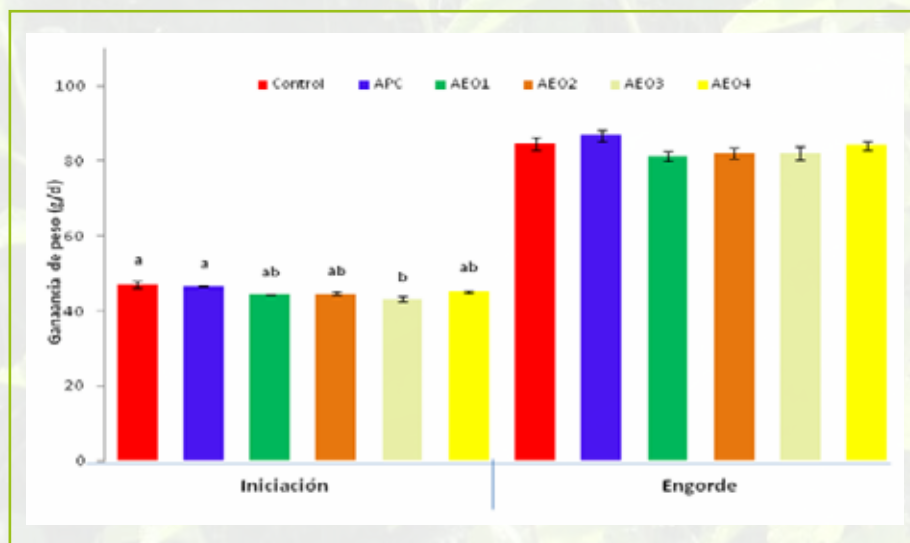


Figura 7. Ganancia de peso corporal de pollos de engorde suplementados con AEO. APC: Antibiótico Promotor de Crecimiento, AEO1: *Lippia origanoides* Kunth; AEO2: *Origanum vulgare* hirtum; AEO3: *O. majorana*; AEO4: *O. vulgare* L.

Tabla 10. Consumo de alimento (g/d) de pollos de engorde suplementados con diferentes quimiotipos de AEO.

Tratamiento	Fase			
	Pre-iniciación	Iniciación	Engorde	Ciclo completo
Control	17.3	68.1	147.6	92.4 ab
APC	17.4	68.1	151.8	94.1 a
AEO1	17.1	66.1	146.1	91.3 ab
AEO2	17.5	67.1	151.2	93.5 ab
AEO3	16.9	65.6	145.0	90.2 b
AEO4	17.2	65.8	149.7	92.3 ab
EEM	0.1	0.3	0.8	0.4
Valor-P	0.312	0.293	0.090	0.048

APC: Antibiótico Promotor de Crecimiento, AEO1: *Lippia origanoides* Kunth; AEO2: *Origanum vulgare hirtum*; AEO3: *O. majorana*; AEO4: *O. vulgare* L; EEM: Error Estándar de la Media.

Tabla 11. Conversión alimenticia de pollos de engorde suplementados con diferentes quimiotipos de AEO.

Tratamiento	Fase			
	Pre-iniciación	Iniciación	Engorde	Ciclo completo
Control	1.12	1.44	1.74	1.61
APC	1.15	1.46	1.75	1.62
AEO1	1.14	1.49	1.79	1.66
AEO2	1.15	1.50	1.84	1.69
AEO3	1.15	1.53	1.77	1.66
AEO4	1.13	1.45	1.78	1.64
EEM	0.004	0.008	0.012	0.009
Valor-P	0.215	0.108	0.230	0.119

APC: Antibiótico Promotor de Crecimiento, AEO1: *Lippia origanoides* Kunth; AEO2: *Origanum vulgare hirtum*; AEO3: *O. majorana*; AEO4: *O. vulgare* L.

En otro estudio, con pollos de engorde de la estirpe Ross, criados en corrales en piso se evaluó la suplementación con dos tipos de AEO: *Origanum vulgare hirtum* (AEO Griego) y *Lippia origanoides* Kunth (AEO Patía), en dietas para pollo de engorde en las fases de iniciación (1 a 21 días de edad, 3.0 Mcal/Kg de EMAn, 22.0% de PC y 1.20% de Lisina digestible) y engorde (22 a 42 días de edad 3.1 Mcal/Kg de EMAn, 19.5% de PC y 1.05% de Lisina digestible). Las dietas fueron elaboradas con dos fuentes de aceite (palma y pescado) para explorar la capacidad de los AEO como agente antioxidante a nivel sistémico, a dos niveles de inclusión (50 y 100 ppm) y se comparó con un antioxidante comercial (BHT) y una dieta sin suplementar (Control).

Los resultados de desempeño productivo, de este estudio se presentan en la Tabla 12. La conversión alimenticia no mostró efectos significativos ($P>0.05$) debido al tipo aceite, ni al aditivo utilizado. El peso corporal de los pollos de engorde alimentados con aceite de palma o de pescado fue similar; sin embargo, cuando se evaluó la adición de aditivo funcional se observó que la mayor ganancia de peso corporal la presentaron los pollos de los grupos suplementados con 50 ppm de AEO Griego y Patía al compararlos con el grupo suplementado con BHT ($P<0.05$). Esta misma tendencia se presentó en el peso de la canal. Adicionalmente, se observó un mayor rendimiento en canal (+1.6%) en los pollos de engorde alimentados con aceite de palma, en comparación con los de aceite de pescado y del grupo control, sin suplementar frente al grupo suplementado con 100 ppm de AEO Griego.

Tabla 12. Parámetros productivos de pollos de engorde alimentados con aceite de Palma o de Pescado y suplementados con AEO

Fuente de variación	Conversión alimenticia g/g	Peso corporal kg	Peso canal kg	Rendimiento canal %
TIPO DE ACEITE				
Pescado	1.79	2.228	1.453	64.1
Palma	1.80	2.212	1.429	65.7
Valor-P	0.825	0.469	0.195	0.003
ADITIVO FUNCIONAL				
Control	1.81	2.217 ab	1.468 ab	66.3 a
BHT	1.80	2.153 b	1.390 b	64.5 ab
AEO Griego 50ppm	1.79	2.276 a	1.479 a	65.0 ab
AEO Patía 50ppm	1.76	2.282 a	1.469 a	64.4 ab
AEO Griego 100ppm	1.79	2.182 ab	1.393 ab	63.9 b
AEO Patía 100ppm	1.84	2.214 ab	1.450 ab	65.4 ab
Valor-P	0.815	0.011	0.021	0.011
INTERACCION ACEITE X ADITIVO				
Valor-P Aceite x Aditivo	0.888	0.236	0.127	0.383

Las fracciones de la canal de pollo de engorde, obtenidas al final del ciclo de producción, no fueron afectadas por el tipo de aceite utilizado en la dieta (Tabla 13). Sin embargo, el porcentaje de pechuga se vio afectado por la interacción entre el tipo de aceite y el aditivo (Figura 8). Una respuesta divergente fue observada en las dos fuentes de aceite a la utilización de AEO Griego 100 ppm y AEO Patía 50 ppm, siendo mayor el rendimiento en pechuga en los pollos de engorde que consumieron aceite de palma; adicionalmente, de los pollos alimentados con aceite de palma, el grupo suplementado con BHT mostro el menor rendimiento en pechuga, mientras que cuando se utilizó aceite de pescado, los menores rendimientos lo registraron los grupos AEO Griego 100 ppm, Patía 50 ppm y BHT.

Los pollos alimentados con dietas elaboradas con aceite de palma presentaron una tendencia ($P<0.1$) a depositar más grasa abdominal (+0.2%) en comparación con los alimentados con aceite de

pescado; a su vez, el aditivo que promovió la mayor deposición de grasa abdominal fue el BHT (1.49%) en comparación con el grupo suplementado con 100 ppm de AEO Griego (0.93%) (Tabla 13).

Tabla 13. Fracciones de la canal de pollos de engorde alimentados con aceite de Palma o de Pescado y suplementados con AEO

Fuente de variación	Pechuga %	Pierna-pernil %	Ala-costilla %	Rabadilla %	Grasa %
TIPO DE ACEITE					
Pescado	36.0	29.9	20.4	12.0	1.06
Palma	36.3	29.8	20.0	11.5	1.26
Valor-P	0.478	0.744	0.313	0.159	0.061
ADITIVO FUNCIONAL					
Control	36.6	30.1	20.0	11.8	1.06 ab
BHT	34.9	30.1	20.8	12.1	1.49 a
AEO Grecia 50ppm	36.9	30.1	20.7	11.8	1.05 ab
AEO Patía 50ppm	36.2	28.6	19.4	11.6	1.31 ab
AEO Griego 100ppm	35.8	29.6	20.0	11.7	0.93 b
AEO Patía 100ppm	36.5	30.6	20.0	11.5	1.14 ab
Valor-P	0.141	0.136	0.336	0.889	0.037
INTERACCION ACEITE X ADITIVO					
Valor-P Aceite x Aditivo	0.003	0.253	0.053	0.626	0.182

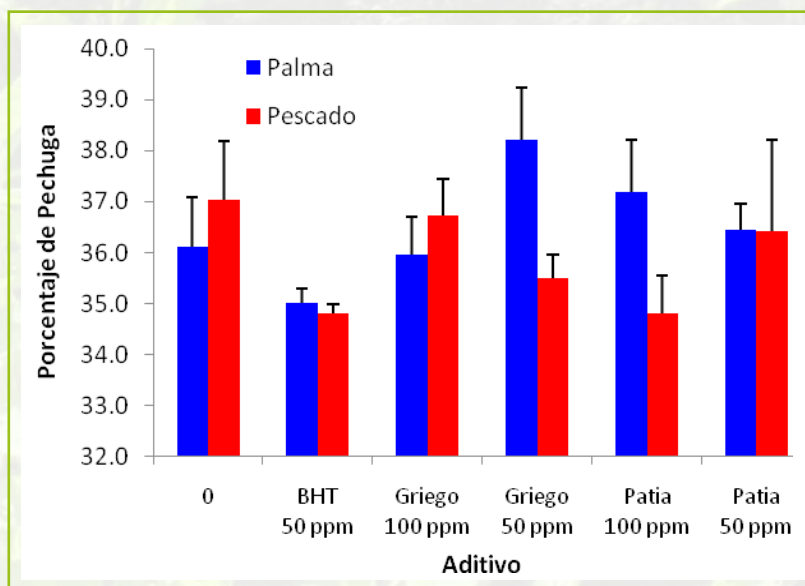


Figura 8. Efecto de la interacción tipo de aceite x aditivo funcional sobre el porcentaje de pechuga en pollos de engorde.

El análisis económico comparativo, para valorar el efecto del tipo de aceite usado en la dieta de pollos de engorde (aceite de palma vs aceite de pescado) y la suplementación de aditivos funcionales en sistemas de alimentación de pollos de engorde, tuvo en consideración la estructura de costos e ingresos estipulados a nivel comercial en el área de influencia del proyecto. Los resultados del análisis económico por técnicas de presupuestos parciales en términos del costo por kilogramo de pollo en pie, ingreso de pollo en pie (IPP), ingreso de pollo en canal (IPC) y el ingreso de pollo fraccionado (IPF) se presentan en la Tabla 14.

El costo del kilogramo de pollo en pie fue similar en los grupos experimentales evaluados. El IPP fue mayor para el grupo con aceite de pescado al compararlo con el aceite de palma (+\$449). El AEO del Alto Patía con un nivel de inclusión de 50 ppm presentó el valor más alto de IPP (\$2.393) y de IPF (\$3.275), los cuales fueron mayores al obtenido por el grupo suplementado con BHT.

Tabla 14. Análisis económico de un sistema de alimentación de pollos de engorde alimentados con dos tipos de aceite y suplementados con AEO

Fuente de variación	Costo pollo pie, \$/Kg	Ingreso pollo pie, \$	Ingreso pollo canal, \$	Ingreso pollo fraccionado, \$
ACEITE				
Pescado	2141	2044 a	2937	2939
Palma	2109	1595 b	2628	2656
Valor-P	0.353	0.031	0.165	0.219
ADITIVO FUNCIONAL				
Control	2126	1486 ab	2435	2460 ab
BHT	2131	1361 b	2242	2139 b
AEO Grecia 50 ppm	2104	2084 ab	3156	3170 ab
AEO Patía 50 ppm	2075	2393 a	3228	3275 a
AEO Grecia 100 ppm	2135	1721 ab	2626	2663 ab
AEO Patía 100 ppm	2180	1871 ab	3010	3077 ab
Valor-P	0.620	0.050	0.062	0.040
INTERACCION ACEITE X ADITIVO				
Valor-P Aceite x Aditivo	0.800	0.612	0.418	0.393

- **AEO EN POLLO DE ENGORDE A NIVEL DE PEQUEÑO PRODUCTOR**

Con la Asociación Vencedores del Verano, se adelantó un estudio con pollos de engorde suplementados con AEO como aditivo funcional, con el objetivo de maximizar el desempeño productivo de los pollos a nivel campesino, incrementando la rentabilidad del sistema y minimizando los costos de la proteína animal de autoconsumo familiar. En este trabajo, que vinculó a campesinos de tres veredas del Alto Patía ubicadas en el Cauca (Cardo, El Mayo) y en Nariño (Tambo), cada productor engordó pollos alimentados con un alimento comercial y una dieta experimental con el AEO Patía.



El estudio se llevó a cabo en dos fases, tendientes a crear patrones de trabajo colectivo, relacionado con la elaboración de dietas completas para pollos de engorde. En la primera fase, aprovechando la oportunidad de conseguir maíz en el área de influencia del proyecto se formuló un núcleo proteico y en la segunda fase se diseñó y elaboró un alimento completo.

Los resultados muestran que durante la fase de iniciación (7 a 21 días de edad), los pollos del grupo experimental con AEO ganaron más peso corporal (+40 g), consumieron más alimento (+40 g), y obtuvieron una mejor conversión alimenticia, al compararlos con el grupo control (1.35 vs. 1.37) (Tabla 15). El ciclo completo de 42 días mantuvo esa misma tendencia, donde la mayor ganancia de peso corporal (+300 g), el mayor consumo de alimento (+290 g) y la menor conversión alimenticia (-0.1) la registraron los pollos de engorde suplementados con AEO. Lo que indica que la inclusión de AEO en dietas diseñadas para la zona, mejoró la productividad de los pollos bajo condiciones de pequeño productor, beneficiario del proyecto.

Tabla 15. Parámetros productivos de pollos de engorde, a nivel campesino, alimentados con dietas suplementadas con AEO

Tratamiento	Ganancia de peso corporal (g)	Consumo alimento (g)	Conversión alimenticia (g/g)
7 a 21 días de edad			
Alimento comercial	760	1040	1.37
Dieta experimental con AEO	800	1080	1.35
7 a 42 días de edad			
Alimento comercial	2160	3907	1.81
Dieta experimental con AEO	2460	4197	1.71

La suplementación con AEO en dietas para pollos de engorde, en un sistema de producción campesino, mostró que los consumos de energía metabolizable de los pollos suplementados fueron mayores (+54 Kcal/d) comparado con los alimentados con un alimento comercial, lo cual se reflejó en una mayor ganancia de peso corporal durante el ciclo productivo. La eficiencia de uso de la energía metabolizable ingerida por kilogramo de peso corporal o kilogramo fue menor en los grupos suplementados con AEO (-2 Kcal/kg), mientras que la eficiencia de uso de la energía metabolizable ingerida por kilogramo de peso metabólico fue mayor en los pollos suplementados con AEO (+14 Kcal/kg) (Tabla 16).

Tabla 16. Costo energético de pollo campesino suplementado con AEO del Alto Patía

Ítem	Dieta comercial	Dieta con AEO
Mantenimiento, Kcal/d	159	175
Ganancia de peso corporal, Kcal/d	270	308
Consumo de alimento, Kcal/d	5	5
Movimiento, Kcal/d	0.02	0.03
Energía Metabolizable, Kcal/d	434	488
Energía Metabolizable, Kcal/kg	197	195
Energía Metabolizable, Kcal/kg ^{0.75}	240	254

Al evaluar el crecimiento de los pollos suplementados con AEO a través del modelo de Gompertz se observó que la edad al punto de inflexión fue 7.3% menor en los grupos de pollos suplementados con AEO en las tres veredas del estudio comparado con el grupo alimentado con alimento comercial (Tabla 17). La tasa máxima de crecimiento fue mayor para el grupo con AEO del Mayo (100 g/d), seguido del Cardo (97 g/d) y el Tambo (96 g/d). El menor valor lo obtuvo el grupo de pollos alimentados con concentrado comercial (90 g/d).

Tabla 17. Parámetros de crecimiento del modelo de Gompertz para pollos de engorde tipo campesino suplementado con AEO

Parámetros	Alimento comercial	Alimento con AEO (Vereda)		
		Cardo	Mayo	Tambo
Punto de inflexión, d	41	38	37	38
Tasa Máxima Crecimiento, g/d	90	97	100	96
Fase de adaptación, d	16	15	15	15

En la Tabla 18 se muestran los resultados de la eficiencia económica de utilizar AEO en sistemas de producción de pollo campesino. El costo total de pollos suplementados con AEO del Patía es mayor (+\$1,179) comparado con un alimento comercial; sin embargo, los ingresos totales promedio por pollo fueron mayores en los pollos suplementados con AEO (\$+1,200), lo que conlleva a obtener un mayor índice de utilidad (+0.06) y un mayor índice de utilidad técnica (+93) en el grupo de pollos suplementados con AEO del Alto Patía.

Tabla 18. Análisis económico de pollo campesino suplementado con AEO

Ítem	Alimento comercial	Alimento con AEO
Alimento, \$	4,298	4,826
Pollito, \$	1,000	1,000
Calefacción, \$	0	0
Mano de Obra, \$	19	19
Capital, \$	21	21
Otros insumos, \$	294	294
Costo total, \$	5,632	6,160
Ingreso por gramo de carne, \$	4	4
Ingreso total, \$	8,800	10,000
Índice de utilidad	1.56	1.62
Índice de productividad técnica	250	343

- **AEO EN PONEDORAS DE HUEVO MARRÓN**

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones avícolas del C.I. CORPOICA, Tibaitatá, con ponedoras marrón de la estirpe Babcock Brown, alojadas en jaulas y utilizando dietas en harina con 2800 Kcal/Kg de EMAn, 19.0% de PC y 4.2% de Ca, se evaluó la suplementación con AEO con diferentes niveles de timol, en dietas elaboradas con aceite de palma o de pescado. Los resultados muestran que el consumo de alimento por ave alojada, en las dos fases de evaluación (30 a 45 semanas de edad para la fase I y 45 a 60 semanas para la fase II) no se vio afectado por la fuente de aceite o la inclusión de AEO (Tabla 19).

Tabla 19. Consumo de alimento (g/ave alojada/d) en ponedoras comerciales marrón alimentadas con dos tipos de aceite y suplementados con AEO con diferentes niveles de Timol

Fuente de variación	I Fase	II Fase
ACEITE		
Pescado	112.4	112.2
Palma	112.9	112.4
Valor-P	0.515	0.943
AEO		
Control	113.6	112.6
Alto Timol	111.9	111.8
Medio Timol	112.4	111.7
Bajo Timol	112.8	113.1
Valor-P	0.782	0.365
INTERACCIÓN ACEITE X ADITIVO		
Valor-p Aceite x AEO	0.600	0.631

El porcentaje de producción de huevos acumulado-ave día fue afectado por el tipo de aceite utilizado en la dieta ($P < 0.05$) (Tabla 20). Este se incremento en 1.2%, en las ponedoras del grupo con aceite de pescado, comparado con la producción del grupo con aceite de palma ($P < 0.05$) a las 45 semanas de edad y para la segunda fase se observó una tendencia al incremento de 0.8% ($P < 0.1$), beneficiando nuevamente al grupo alimentado con aceite de pescado. Además, se presentaron diferencias ($P > 0.05$) por efecto del nivel de timol en la dieta, siendo mayor (+2.3%) en las ponedoras suplementadas con AEO bajo en timol, frente al grupo suplementado con AEO con concentración media de timol ($P < 0.05$).

Tabla 20. Producción acumulada (% ave-día) en ponedoras comerciales marrón alimentadas con dos tipos de aceite y suplementados con AEO con diferentes niveles de Timol

Fuente de variación	I Fase	II Fase
ACEITE		
Pescado	95.9 a	94.0 a
Palma	94.7 b	93.2 b
Valor-P	0.006	0.072
AEO		
Control	95.2 ab	93.8 ab
Alto Timol	95.6 ab	93.8 ab
Medio Timol	94.0 b	92.3 b
Bajo Timol	96.3 a	94.5 a
Valor-P	0.027	0.015
INTERACCIÓN ACEITE X ADITIVO		
Valor-P Aceite x AEO	0.165	0.283

En la tabla 21, se muestra la conversión alimenticia por docena de huevos de las diferentes fuentes de variación evaluadas en el estudio, esta variable fue afectada por el tipo de aceite usado en la dieta, siendo menor en las ponedoras alimentadas con aceite de pescado ($P < 0.05$). La concentración de timol en las dietas no afectó la conversión de alimento por docena de huevo.

El peso promedio de huevo no fue afectado por el tipo de aceite con el que se elaboro la dieta. Sin embargo, el nivel de timol del AEO afectó significativamente esta variable, observándose un efecto contrastante en las dos fases evaluadas. En la primera fase el peso de los huevos fue mayor ($P < 0.05$) en las aves del grupo control frente a las que recibieron AEO con concentración media de timol, mientras que, en la segunda fase el peso promedio de los huevos del grupo medio timol y bajo timol mostraron una tendencia a aumentar el peso del huevo ($P < 0.1$) comparado al grupo control (Tabla 22).

Tabla 21. Conversiones alimenticias por docena de huevo en ponedoras marrón, alimentadas con dos tipos de aceite y suplementados con AEO con diferentes niveles de Timol

Fuente de variación	I Fase	II Fase
ACEITE		
Pescado	1.40 a	1.43 a
Palma	1.43 b	1.45 b
Valor-P	0.002	0.032
AEO		
Control	1.42	1.44
Alto Timol	1.40	1.43
Medio Timol	1.43	1.45
Bajo Timol	1.41	1.43
Valor-P	0.250	0.295
INTERACCIÓN ACEITE X ADITIVO		
Valor-P Aceite x AEO	0.683	0.933

Tabla 22. Peso del huevo (g) de ponedoras comerciales marrón alimentadas con dos tipos de aceite y suplementados con AEO con diferentes niveles de Timol

Fuente de variación	I Fase	II Fase
ACEITE		
Pescado	62.4	63.5
Palma	62.7	63.8
Valor-P	0.509	0.264
AEO		
Control	63.1 a	63.1 b
Alto Timol	62.9 ab	63.7 ab
Medio Timol	61.5 b	63.9 a
Bajo Timol	62.3 ab	63.9 a
Valor-P	0.046	0.062
INTERACCIÓN ACEITE X ADITIVO		
Valor-P Aceite x AEO	0.846	0.208

Al incluir AEO en la dieta se aumenta el costo del alimento, en \$20/kg, comparando con la dieta control. Adicionalmente, al utilizar el aceite de pescado en la dieta hay un sobrecosto de \$3/kg. Con base en la conversión alimenticia por docena de huevos los tratamientos con aceite de palma tienen un sobrecosto debido a que presentaron una mayor conversión comparados con el aceite de pescado.

Al adicionar fuentes de ácidos grasos del tipo Omega 3 en el huevo, este adquiere un valor agregado, incrementando el precio de venta, lo cual produce un ingreso marginal de 102.8% y 100.5% en el tratamiento control con pescado, en la fase I y II, respectivamente.

Dentro de los tratamientos con AEO, el de alto timol presentó mayor ingreso marginal con un 105.4 y 103.0% en la fase I y II, respectivamente. Por otro lado, los tratamientos con aceite de palma presentaron un déficit en el ingreso marginal, ya que al adicionar AEO en la dieta se incrementan los costos, sin obtener un valor agregado, lo cual no hace viable el empleo de AEO con este tipo de aceite (Tablas 23 y 24).

● CONCLUSIONES

- En pollos de engorde desde el punto de vista productivo, la respuesta a los AEO fue mejor durante la fase de iniciación comparada con la pre iniciación, sobresaliendo el AEO *majorana*. Durante el ciclo comercial, la conversión alimenticia no fue afectada con los diferentes quimiotipos de AEO evaluados.
- La evaluación antioxidante de los AEO desde el punto de vista del peso corporal y el peso de la canal de pollos de engorde mostró un efecto favorable comparado con el BHT.
- La suplementación de grasas saturadas mejoró el rendimiento en canal comparado con grasas poliinsaturadas (aceite de palma vs. aceite de pescado).
- Los análisis de presupuestos parciales en términos de ingresos en pie y en canal favorecieron a los AEO comparados con los pollos de engorde suplementados con BHT. Igualmente, los ingresos fueron mayores para el grupo de aceite de pescado.
- A nivel de producción campesina se observó unos mayores ingresos para los pollos suplementados con AEO del Ato Patía comparado con alimento comercial.
- En ponedoras, el nivel de timol de los AEO afectó el porcentaje de producción de huevos (+2.3%) y el peso promedio de los huevos (+1%). Lo cual se reflejó favorablemente en los ingresos marginales por unidad de huevo producido.

Tabla 23. Resultado económico de la primera fase productiva (30 a 45 semanas de postura) de un sistema de alimentación de ponedoras de huevo marrón suplementado con AEO

	PALMA				PESCADO			
	Control	AT	MT	BT	Control	AT	MT	BT
C.A.(Kg/docena/huevo)	1.43	1.43	1.45	1.42	1.41	1.38	1.41	1.39
Docenas de huevos	165.6	165.1	162.9	168.9	167.6	169.5	166.2	167.9
Costo alimento \$/Kg	1043	1063	1063	1063	1046	1066	1066	1066
Costo alimento/docena (\$)	1491	1520	1541	1509	1474	1471	1503	1481
Costo alimentación (\$)	247125	251012	251205	255095	247209	249355	249884	248906
Precio docena (\$)	3000	3000	3000	3000	4500	4500	4500	4500
Valor venta huevos (\$)	497070	495390	488932	506992	754267	762772	748125	755921
Ingreso neto parcial (\$)	249945	244378	237727	251898	507059	513417	498241	507015
Costo marginal (\$)		3887	4080	7970	84	2230	2759	1781
Ingreso marginal (\$)		-5567	-12218	1953	257114	263472	248296	257070
% de ingreso marginal		-2.23	-4.89	0.78	102.87	105.41	99.34	102.85
Costo-beneficio	2.01	1.97	1.95	1.99	3.05	3.06	2.99	3.04

Tabla 24. Resultado económico de la segunda fase productiva (46 a 60 semanas de postura) de un sistema de alimentación de ponedoras de huevo marrón suplementado con AEO

	PALMA				PESCADO			
	Control	AT	MT	BT	Control	AT	MT	BT
C.A.(Kg/docena/huevo)	1.45	1.44	1.47	1.44	1.45	1.42	1.44	1.42
Docenas de huevos	164.15	162.05	160.3	165.9	164.15	166.075	162.575	164.85
Costo alimento \$/Kg	1043	1063	1063	1063	1046	1066	1066	1066
Costo alimento/docena (\$)	1512	15302	1562	1530	1516	1513	1535	1513
Costo alimentación (\$)	248252	248053	250486	253946	248966	251391	249559	249537
Precio docena (\$)	3000	3000	3000	3000	4500	4500	4500	4500
Valor venta huevos (\$)	492450	486150	480900	497700	738675	747337.5	731587.5	741825
Ingreso neto parcial (\$)	244198	238097	230414	243754	489709	495946	482028	492288
Costo marginal (\$)		-199	2234	5694	714	3139	1307	1284
Ingreso marginal (\$)		-6101	-13784	-444	245511	251749	237831	248091
% de ingreso marginal		-2.50	-5.64	-0.18	100.54	103.09	97.39	101.59
Costo-beneficio	1.98	1.96	1.92	1.96	2.97	2.97	2.93	2.97