

**Evaluación económica del uso de aditivo
Activo® en la alimentación de pollos de
engorde de la línea Ross 308 AP en
Zamorano, Honduras**

Domingo Alexis Tejeira Vega

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2018

ZAMORANO
CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE AGRONEGOCIOS

**Evaluación económica del uso de aditivo
Activo® en la alimentación de pollo de
engorde de la línea Ross 308 AP en
Zamorano, Honduras**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agronegocios en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Domingo Alexis Tejeira Vega

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2018

Evaluación económica del uso de aditivo Activo® en la alimentación de pollos de engorde de la línea Ross 308 AP en Zamorano, Honduras

Domingo Alexis Tejeira Vega

Resumen. La avicultura en Honduras se considera una industria a la vanguardia en tecnología, producción e inocuidad en Centroamérica. Esta aporta un 4.4% al Producto Interno Bruto (PIB) del sector agropecuario de Honduras. El objetivo del estudio fue realizar una evaluación económica del uso de aditivo Activo® en la alimentación de pollos de engorde de la línea Ross 308 AP. La metodología utilizada de presupuesto parcial utiliza beneficios brutos, costos que varían y beneficios netos para realizar un análisis de dominancia y de retorno marginal. Esta sirve para determinar desde una perspectiva económica la mejor alternativa para producir. El desarrollo de la investigación utilizó un total de 3,074 pollos mixtos de la línea Ross 308 AP de la empresa CADECA. Estos se cosecharon a una edad de 32 días después del nacimiento donde se recolectaron datos para evaluar las variables de consumo acumulado de alimento, peso en kilogramos por pollo y mortalidad. La producción de pollos de engorde con el uso de el aditivo Activo® en la alimentación presentó un mayor beneficio bruto, costos que varían y beneficio neto, en comparación al generado por una alimentación sin aditivo Activo®. Al utilizar Activo® en la alimentación se obtiene una tasa de retorno marginal de 421% y un beneficio neto de USD 6,233 para la producción de un galpón convencional. La mejor alternativa es utilizar el aditivo Activo® en la alimentación de pollos de engorde Ross 308 AP.

Palabras clave: Beneficios netos, costos que varían, presupuesto parcial, tasa de retorno marginal.

Abstract. Poultry in Honduras is an industry at the forefront of technology, production and safety in Central America. It contributes 4.4% to the Gross Domestic Product (GDP) of the agricultural sector of Honduras. The objective of the study was to assess the use of additive Active ® in the diet of the Ross 308 AP line. The methodology used was the partial budget which includes gross benefits, costs that vary and net benefits for the analyses of dominance and marginal rate of return (MRR). This will be useful to determine, from an economic perspective, the best alternative to produce. In the development of the research, 3,074 mixed chickens were used from the Ross 308 AP line of the CADECA Company. These were harvested at 32 days after birth. Data was collected to evaluate the variables of cumulative feed consumption, weight in kilograms per chicken and mortality. The production of broiler chickens with the use of the additive Active® in feed had greater gross benefits, costs that vary and net benefits, in comparison to the generated from feed without the additive Active®. When using Active® in feeding, there is an estimated MRR of 421% and a net profit of USD 6,233 for the production of a conventional chicken shed. The best alternative is to use Active® in the feeding of Ross 308 AP broiler chickens.

Key words: Net benefits, costs that vary partial budget, marginal rate or return.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
4. CONCLUSIONES.....	15
5. RECOMENDACIONES	16
6. LITERATURA CITADA.....	17

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Rangos de días de las diferentes fases de alimentación utilizadas en los tratamientos Control y Activo®, Zamorano, 2018.....	8
2. Regresión de la variable de peso según el tratamiento los 32 días (día de cosecha), Zamorano, 2018.....	9
3. Precio de campo de un kilogramo de pollo producido a nivel de la Unidad de Investigación y Enseñanza de Zamorano, 2018.	10
4. Regresión de la tasa mortalidad en los tratamientos Control y Activo®, Zamorano, 2018.	10
5. Beneficio bruto incluyendo la tasa de supervivencia de la producción de un galpón convencional de 11,500 pollos de engorde de la línea Ross 308 AP, Zamorano, 2018.	11
6. Regresión de la variable de consumo acumulado de alimento al día 32 (día de cosecha) según el tratamiento, Zamorano, 2018.	11
7. Costo promedio ponderado del consumo de concentrados utilizados en el tratamiento Control, Zamorano, 2018.	12
8. Costo promedio ponderado del consumo de concentrados utilizados en el tratamiento Activo®, Zamorano, 2018.....	12
9. Costos que varían según consumo y tasa de supervivencia de la producción de un galpón convencional de 11,500 pollos de engorde Ross 308 AP, Zamorano, 2018 ..	13
10. Beneficios netos y tasa de retorno marginal de la producción de un Galpón convencional de 11,500 pollos de engorde de la línea Ross 308 AP, Zamorano, 2018.	13
Figuras	Página
1. Curva de beneficios netos (USD/Galpón de 11,500 pollos) entre del tratamiento Control (T0) y Activo® (T1) en la producción de pollos de engorde Ross 308, Zamorano, 2018.....	14

1. INTRODUCCIÓN

La industria avícola es una de las actividades pecuarias con mayor crecimiento a nivel mundial. Estudios realizados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) consideran que la producción mundial de carne de pollos tendrá un crecimiento de 1% en el año 2018, llegando a producirse un total de 91.3 millones de toneladas (USDA, 2017). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la producción mundial de carne de pollo incrementará en 131.25 millones de toneladas para el año 2025, esto debido a que es la carne más aceptada y producida con menores costos. Los mayores productores a nivel mundial son: Estados Unidos, Brasil, La Unión Europea, India y Tailandia. los países con mayores importaciones son: Reino de Arabia Saudita, Japón, Sudáfrica, Vietnam, Los Emiratos Árabes Unidos y Cuba (FAO, 2016).

Con respecto a los países de Centroamérica la avicultura se ha convertido en una actividad económicamente importante del sector pecuario. La producción creció hasta 2.1 millones de toneladas de carne de pollo en el año 2016, comparada con la producción en el año 2008, donde se producían 814,000 toneladas. La tendencia de consumo anual per cápita de carne de pollo desde el año 2008 al 2016 en los países de Centroamérica incrementó de 19.8 Kg a 25.9 Kg, obteniendo un incremento del 30.8% en el consumo. El 85% del consumo se estima que fue de la producción interna y el 15% corresponde a la carne de pollo importada desde los Estados Unidos. La producción interna de Centroamérica se distribuye en un 61% a Guatemala, Honduras, Panamá y el 39% a Costa Rica, Nicaragua y El Salvador (Gutiérrez, 2017).

En cuanto a la industria avícola de Honduras, se considera una industria que se encuentra a la vanguardia en lo referente a tecnología, producción e inocuidad en Centroamérica. El país produce un total de 181,436,948 kilogramos anuales de carne de pollo, aportando el 4.4% al Producto Interno Bruto (PIB) del sector agropecuario significando un ingreso de HNL 9,000 millones. De acuerdo con la Federación de Avicultores de Centroamérica y el Caribe (FEDAVICAV), la producción de carne de pollo en la industria avícola hondureña ha tenido un crecimiento del 4%, resultando un incremento de 9,071,847 kilogramos, generando HNL 445 millones durante el año 2017 (Gutiérrez, 2017).

El 85% de las granjas están tecnificadas y un 15% en procesos de transformación con el fin de buscar mejores rendimientos productivos se ha invertido más de \$380 millones destinados para el desarrollo de nuevas técnicas de producción, mejoramientos genéticos y certificaciones de las granjas y plantas de procesamiento (Gutiérrez, 2017).

La empresa Aviagen ofrece al sector avícola de América Latina, pollos de engorde con altos potenciales genéticos y mayores rendimientos. La línea Ross 308 AP es un pollo de engorde con muy buenas características de crecimiento rápido, robusto y eficiente en la conversión alimenticia, manifestando excelentes rendimientos de carne. El buen manejo es primordial para obtener una producción costo-efectiva, debido a que se obtendrán buenos rendimientos del ave (Aviagen, 2014).

Con el fin de incrementar la eficiencia de los sistemas productivos y la obtención de menores costos de producción, desde muchos años se ha implementado el uso de aditivos en la producción animal. Dado a los efectos positivos que incurre en los animales una vez consumido el aditivo, se manifiesta mejores indicadores fisiológicos, de salud y productivos. En sus inicios se usaban como promotores de crecimiento los diversos antibióticos y productos antimicrobianos, pero debido a los efectos residuales en los alimentos de consumo humano, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomendó en el 2000 la no utilización de antibióticos para promover el crecimiento animal (García, 2015). Es por esta razón, en la industria avícola, el uso de enzimas exógenas es cada vez más frecuente porque mejorara la eficiencia de utilización de los nutrientes y la buena digestibilidad de los piensos. Otro de los aditivos más utilizados, pero más costosos, son los aminoácidos cristalinos los cuales son muy eficientes para el crecimiento en las aves (Besso *et al.*, 2017).

El Activo® es un aditivo aromatizante que es utilizado para la alimentación animal con el fin de optimizar la digestión y evitar la depresión en el consumo provocada por el estrés. Los componentes principales de este producto son: grasa vegetal hidrogenada, mezcla de compuestos activos de aceites esenciales (orégano, romero, canela) y extractos de hierbas (Capsicum). La dosis recomendada para el uso en aves de corral es de 0.07 a 0.10 kilogramos por tonelada, puede ser utilizado en cualquier tipo de alimento (GRASP, 2014).

El objetivo general del estudio es el evaluar económicamente el uso de Activo® en la alimentación de pollos de engorde de la línea Ross en Zamorano, Honduras.

A continuación, los objetivos específicos del estudio son:

- Evaluar las variables de consumo, mortalidad y peso promedio de pollos de engorde de la línea Ross 308 AP en el día 32 al incluir Activo® en la alimentación.
- Evaluar el beneficio bruto y costos que varían para la producción en pie de la línea Ross 308 AP.
- Evaluar económicamente el uso del activo® en la producción en pie de la línea Ross 308 AP.

2. METODOLOGÍA

El presupuesto parcial fue la metodología utilizada para el desarrollo de la evaluación económica del uso de Activo® en la alimentación de pollos de engorde de la línea Ross 308 AP. El análisis de presupuesto parcial o marginal utilizado en esta investigación se realizó con el propósito de determinar si el uso del Activo® en la alimentación de pollos Ross 308 AP genera mayor ganancia o rentabilidad. Esto se hace por medio de obtener el beneficio neto, costos que varían y la obtención de la Tasa de Retorno Marginal (TRM), para luego compararla con la Tasa de Retorno Mínimo Aceptable (TRMA), con la cual se definió la mejor alternativa de producción entre el uso o no de aditivo Activo®.

Presupuesto parcial.

El presupuesto parcial es un método utilizado para analizar el impacto económico que se incurre al momento de hacer un cambio tecnológico (Kime *et al.*, 2014). El objetivo de este tipo de análisis es comparar los costos y beneficios de las alternativas que enfrenta un negocio agrícola. El presupuesto parcial se basa únicamente en la variación de los ingresos y gastos que se puede obtener al momento de implementar una nueva alternativa específica de producción (CIMMYT, 1998). El uso del método de presupuesto parcial fue con el propósito de analizar los cambios en los costos que varían e ingreso bruto de producir con una dieta sin aditivo y una dieta con aditivo Activo®, específicamente en pollos de engorde Ross 308 AP.

El beneficio bruto por pollo para cada tratamiento se calculó mediante la multiplicación del precio en campo de un kilogramo de pollo por el peso promedio de 11,500 pollos al día 32 (día de cosecha). Los posibles costos que varían en el desarrollo del estudio son: la mano de obra de alimentación, precio de los pollos al día 1 en el galpón y del Activo®. El beneficio neto se calculó restando del beneficio bruto los costos que varían. La curva de beneficios netos sirvió como insumo para aclarar de una forma gráfica la tasa de retorno marginal e identificar cada tratamiento no dominado ordenado según sus costos que varían.

Beneficio neto. El beneficio neto (Ecuación 1) se calculó mediante la diferencia del total de beneficio bruto de los costos que varían en las alternativas implicadas en el estudio (CIMMYT, 1998).

La fórmula de beneficio neto utilizada se presenta a continuación en la Ecuación 1:

$$Bn_i = Bb_i - Cqv_i \quad [1]$$

dónde:

B_{ni}: Beneficio neto por tratamiento “i”.

B_{bi}: Beneficio bruto por tratamiento “i”.

C_{qvi}: Costos que varían por tratamiento “i”.

Beneficio bruto. El beneficio bruto se obtiene de la producción total multiplicado por el precio de venta en campo a nivel del productor al momento de cosecha (Inns *et al.*, 1994). Por esta razón, la determinación del beneficio bruto (Ecuación 2) para la producción de 11,500 pollos en un galpón convencional se multiplicó el precio en campo de un kilogramo de pollo por el peso promedio de un pollo al día 32 (día de cosecha), multiplicado por el efecto de la mortalidad. El resultado obtenido se multiplicó por la producción de total de 11,500 pollos.

La fórmula de beneficio bruto para el galpón de 11,500 pollos se presenta a continuación en la Ecuación 2:

$$B_{bi} = (P_c) \times (P_{pfi}) \times (1 - \%M_i) \times 11,500 \quad [2]$$

dónde:

B_{bi}: Beneficio bruto por tratamiento “i”.

P_c: Precio de campo.

P_{pfi}: Peso promedio final de un pollo en kilogramos al día 32 por tratamiento “i”.

M_i: Mortalidad de los pollos por tratamiento “i”.

Precio de campo: El precio de campo es un parámetro utilizado en un acuerdo comercial para tomar decisiones de ventas (Robaina, 2012). El precio de campo es el precio de pollo en pie en el galpón que el productor avícola percibe por la venta de una unidad adicional de su producción. Para el desarrollo de esta evaluación, se realizó consultas a la empresa CADECA con el propósito de determinar el precio de campo un pollo en kilogramos (kg/pollo) en la Unidad de Investigación y Enseñanza Avícola de Zamorano.

Peso de los pollos al día 32: Para la determinación del peso de los pollos de los dos tratamientos al día 32 (día de cosecha) “W_i”, se realizó un modelo de regresión lineal con la variable categórica de alimento con aditivo Activo® (Ecuación 3):

$$W_i = \beta_0 + \beta_1 Act_i \quad [3]$$

dónde:

W_i: Función de peso de un pollo en kilogramos en el día 32 por el tratamiento “i”.

Act_i: 1= con aditivo y 0= sin aditivo Activo®.

Costos que varían. Los costos que varían son aquellos costos relacionados con los insumos comprados de alimentación y mano de obra utilizada, que varían de un tratamiento a otro (CIMMYT, 1998). Los posibles costos que varían en el desarrollo del estudio fueron: mano de obra de alimentación, precio de los pollos al día 1 en el galpón y del Activo®. Los costos que varían relacionados con la mano de obra se calculó mediante las horas utilizadas para la alimentación de los pollos en los diferentes tratamientos. El precio del Activo® se consideró como costos que varían debido a que este incrementó el precio del concentrado utilizado con el tratamiento Activo®.

Costo promedio ponderado: El cálculo del costo promedio ponderado (Ecuación 4) se realizó con el propósito de calcular los costos que varían. En resumen, se determinó un promedio de las repeticiones de consumo de alimento en kilogramos de un pollo para cada fase de alimentación y tratamiento; luego, se realizó la multiplicación del precio del concentrado de cada tratamiento por la cantidad promedio consumida durante los 32 días (día de cosecha). Finalmente, se efectuó la división de la sumatoria de los costos de alimentación entre el promedio del consumo acumulado de un pollo a los 32 días (día de cosecha).

Para la obtención de los precios reales de los concentrados en el mercado se consultó a la empresa Granel S.A. Esto debido a que fue la encargada de disponer el concentrado para el desarrollo del estudio. El valor del Activo® se adquirió consultando por vía telefónica a la empresa Nutritec, ubicada en San Pedro Sula Honduras.

La fórmula de costo promedio ponderado utilizada se presenta en la siguiente Ecuación 4:

$$C_{ppi} = \sum (P_{afi} \times C_{pacfi}) / (\sum C_{pacfi}) \quad [4]$$

dónde:

C_{ppi} : Costo promedio ponderado por tratamiento “i”.

P_{afi} : Precio del concentrado según su fase de alimentación por tratamiento “i”.

C_{pacfi} : Cantidad promedio de concentrado consumido por tratamiento “i” en las diferentes fases.

C_{pacfi} : Cantidad promedio del consumo acumulado de concentrado al día 32(día de cosecha) por tratamiento “i” en las diferentes fases.

Análisis de dominancia. El análisis de dominancia consiste en realizar un examen de los beneficios netos y costos que varían. El propósito de dicho examen es para excluir tratamientos dominados que son los que tenían menores beneficios netos o iguales a los del tratamiento con costos que varían más bajo (CIMMYT, 1998).

El análisis de dominancia se realizó ordenando los dos programas de alimentación de menores a mayores costos que varían y excluyendo según la regla antes mencionada. Finalmente, el análisis de dominancia solo elimina los tratamientos debido a sus bajos beneficios netos y altos costos, pero no hace una recomendación definitiva en el caso de los tratamientos no excluidos. Por consiguiente, con la curva de beneficios es posible afirmar que un tratamiento es superior a otro.

Curva de beneficios netos. La curva de beneficios netos está compuesta por la unión de puntos que identifican cada tratamiento no dominado y ordenado según sus costos que varían (CIMMYT, 1998). La pendiente de esta curva siempre será positiva cuando los tratamientos no son dominados. El cálculo de la curva de beneficios netos se realizó con el propósito de conocer gráficamente la tasa de retorno marginal.

Tasa de Retorno Marginal. La Tasa de Retorno Marginal (TRM) expresa la cantidad de remuneración económica en porcentaje que un avicultor espera recobrar o ganar en promedio por invertir y aplicar una nueva tecnología en su proceso de producción; es decir, evalúa el cambio de la implementación de una alternativa (o conjunto de alternativas de producción) por otra (CIMMYT, 1998).

La TRM se obtuvo (Ecuación 5) calculando el cambio del aumento en los beneficios netos dividido por el cambio en el aumento de los costos que varían. Finalmente, la tasa de retorno marginal que se selecciona es aquella del tratamiento que es igual o mayor a la tasa de retorno mínima aceptable y genera un mayor beneficio neto. La TRM obtenida facilitó seleccionar la alternativa de producción más prometedora, debido a que no se puede tomar una decisión concreta sin conocer la Tasa de Retorno Mínima Aceptable (TRMA) por parte del avicultor.

La fórmula de tasa de retorno marginal utilizada se presenta a continuación en la Ecuación 5:

$$TRM = (\Delta B_n / \Delta C_{qv}) \times 100 \quad [5]$$

dónde:

TRM: Tasa de retorno marginal.

ΔB_n : Cambio en beneficio netos.

ΔC_{qv} : Cambio en costos que varían.

Tasa de retorno mínima aceptable. La tasa de retorno mínima aceptable (TRMA) es necesario determinarla porque muchos productores no están acostumbrados a invertir en nuevas tecnología o alternativas de producción, debido a que simplemente están conformes con la tecnología que cotidianamente utilizan (CIMMYT, 1998).

El costo del capital es otra de las razones primordiales porque establecer una tasa de retorno mínima aceptables. Esto debido a que, el avicultor evaluará la utilidad que dejará de percibir al invertir el capital de trabajo durante cierto periodo en la actividad.

La TRMA proporciona información adicional acerca de los posibles riesgos que se puedan incurrir en el retorno por la inversión realizada. Finalmente, se reduce el grado de incertidumbre que el productor avícola tenga al momento realizar gastos adicionales en sus procesos de producción. La primera aproximación de la tasa de retorno mínima aceptable para los productores agropecuario está situada en los rangos del 50 y el 100 %.

La tasa de retorno mínima aceptable utilizada para el desarrollo de la investigación fue el límite inferior de 50%. Esto debido a que, el cambio en la alternativa de producción de pollos en base a la alimentación no requirió un cambio elevado en las actividades del avicultor. Finalmente, al obtener la tasa de retorno mínima aceptable (TRMA) se comparó con la tasa de retorno marginal (TRM). Posteriormente, de esta forma se seleccionó la mejor alternativa de alimentación a recomendar.

La información generada en la evaluación económica de producir un pollo de engorde Ross 308 AP se utilizó para proyectar la producción de 11,500 pollos en un galpón convencional. Los galpones, para la explotación avícola de pollos de engorde, deben tener un rango de distancia de 10 a 12 m de ancho y 80 a 120 m de largo, con una forma rectangular (Gélvez, 2016). El galpón convencional proyectado es de un área útil de 1,000 m², esta misma área útil fue empleada en un estudio realizado por (Granda, 2017) para la producción de 11,500 pollos de engorde de la línea CobbMV y Cobb500.

Establecimiento del estudio en campo. El estudio se realizó durante el mes de mayo del 2018, iniciando el viernes 18 de mayo y culminó el 18 de junio en la Unidad de Investigación y Enseñanza Avícola. Esta está ubicada a 32 km de Tegucigalpa, en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano (EAP), Valle del Yeguaré, Honduras. La EAP, Zamorano, se encuentra a 800 msnm, presenta una precipitación anual de 1,154 mm y una temperatura promedio de 22.8°C.

En el desarrollo de la investigación, se utilizaron un total de 3,074 pollos mixtos de la línea Ross 308 AP de la empresa CADECA, con una edad madre intermedia de 48.4 semanas, llevados a una edad de sacrificio de 32 días. El ensayo se estableció mediante un diseño de bloques completamente al azar con 2 tratamientos y 28 repeticiones.

La unidad experimental fue el corral con dimensiones de 1.25 m de ancho por 3.75 m de largo (un área de 4.68 m²) y un total de 54 pollos de engorde por corral.

Recolección de datos. La recolección de datos para el desarrollo de la evaluación económica del uso de Activo® fue en un horizonte de tiempo de 32 días. Los datos fueron recolectados para evaluar las siguientes variables: consumo de alimento (kg/pollo), peso (kg/por pollo) y mortalidad.

En la recolección de datos, para medir el consumo de alimento, se determinaron 4 fases de alimentación (Cuadro 1). Los datos de consumo fueron recolectados de todos los corrales en los siguientes días: 1, 7, 14, 21, 28 y 32 (día de cosecha). Para la toma de datos del peso de los pollos se eligieron 12 corrales aleatoriamente registrando su peso obtenido en los días: 1, 7, 14, 21 y 32 (día de cosecha). Para el pesado se utilizaron balanzas digitales y cajas. De esta misma forma, se llevó el control de la mortalidad para conocer la cantidad de pollos muertos por corral.

La alimentación fue proporcionada por la empresa CADECA para cada tratamiento mediante Granel S.A. Los requerimientos nutricionales por los pollos disminuyen en las diferentes fases o etapas de crecimiento (Lewis *et al.*, 1965). Por consiguiente, se establecieron diferentes fases de alimentación con su respectivo tipo de concentrado: pre-inicial, inicial, engorde y final. Para evaluar el tratamiento de estudio se aplicó una dosis del Activo® de 0.10 kg/TM durante las primeras tres fases, incrementándose a 0.15 kg/ TM durante la última fase de alimentación.

Cuadro 1. Rangos de días de las diferentes fases de alimentación utilizadas en los tratamientos Control y Activo®, Zamorano, 2018.

Tratamiento	Fase 1 (días)	Fase 2 (días)	Fase 3 (días)	Fase 4 (días)
	Alimentación pre-inicial	Alimentación Inicial	Alimentación de engorde	Alimentación final
Control (T0)	1-8	9-21	22-28	29-32
Activo® (T1)	1-8	9-21	22-28	29-32

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran inicialmente el beneficio bruto y costos que varían, ambos con su análisis estadístico respectivo para la producción de 11,500 pollos. El beneficio bruto contiene: el precio de campo, peso de los pollos al día 32(día de cosecha) y el efecto de la mortalidad. Los costos que varían contienen un costo promedio acumulado del consumo acumulado de concentrado y el precio del Activo®. Finalmente se muestra el beneficio neto, curva de beneficios netos y tasa de retorno marginal.

Beneficio bruto.

El beneficio bruto para la producción de 11,500 pollos de engorde Ross 308 AP se calculó multiplicando el peso de los pollos al día 32 por el precio en campo en la Unidad de Investigación y Enseñanza Avícola de Zamorano, ajustado por mortalidad, mostrados a continuación.

El peso de los pollos al día 32. Los pesos de los pollos al día 32 (Ecuación 3) para el tratamiento Control y Activo® se muestran en el Cuadro 2.

El tratamiento Activo® muestra una diferencia significativa sobre el tratamiento Control en la variable peso de los pollos al día 32 al tomar un nivel de significancia o alfa de 0.1. El peso de los pollos del tratamiento Control y Activo® fue de 1.8517 y 1.8868 kg/pollo, respectivamente. Los pesos alcanzados son muy similares a al estudio de Almeida donde se obtuvieron pesos mayores de 1.892 kg/pollo y 1.876 kg/pollo (Almeida, 2016).

Cuadro 2. Regresión de la variable de peso según el tratamiento los 32 días (día de cosecha), Zamorano, 2018.

Coeficientes	$\hat{\beta}$	Error Estándar	t	Valor P	R ²	N
β_0	1.8517	0.0115	161.397	2.048E-18	0.3191	12
Activo®	0.0351	0.0162	2.164	0.05564		

Precio de campo. El precio de venta en campo (Cuadro 3) de un kilogramo de pollo se calculó mediante el precio de pollo en pie en jaba menos los costos de cosecha. El precio de pollo en pie en jaba se obtuvo realizando entrevistas vía telefónica a la empresa CADECA.

El precio de pollo en pie en jaba proporcionado por la empresa fue de USD 1.12 por un kilogramo de pollo. El costo de cosecha se midió por un costo promedio unitario de un kilogramo de pollo cosechado.

El precio de campo de un kilogramo de pollo cosechado para el tratamiento control y Activo fueron de 1.077 y 1.076(USD/kg), respectivamente. Finalmente, este costo no fue incluido en los costos que varían porque se utilizó para obtener el precio de campo.

Cuadro 3. Precio de campo de un kilogramo de pollo producido a nivel de la Unidad de Investigación y Enseñanza de Zamorano, 2018.

Tratamientos	Precio de Pollo en Pie en jaba (USD/kg)	Costo de Cosecha(USD/kg)	Precio de Campo (USD/kg)
Control	1.12	0.0423	1.077
Activo®	1.12	0.0431	1.076

Tasa de mortalidad. En la regresión de la variable de mortalidad (Cuadro 4) el tratamiento Activo® muestra una diferencia significativa sobre el tratamiento Control en la cantidad de pollos muertos al tomar un nivel de significancia o alfa de 0.12. Finalmente, al haber significancia estadística la tasa de supervivencia para el tratamiento Control y Activo® es de 98.57 y 98.44%, respectivamente. Estas tasas sirvieron de insumo para determinar la cantidad final de pollos a cosechar en un establecimiento inicial de 11,500 pollos de engorde.

Cuadro 4. Regresión de la tasa mortalidad en los tratamientos Control y Activo®, Zamorano, 2018.

Coeficientes	$\hat{\beta}$	Error Estándar	t	Valor P	R ²	n
β_0	1.4297	0.3422	4.1786	0.0001	0.0464	56
Activo®	0.1210	0.4839	0.2500	0.1110		

El beneficio bruto (Cuadro 5) que obtuvo el tratamiento Control y Activo® fue de USD 22,591 y USD 22,982, a la edad de 32 días (día de cosecha), respectivamente. El avicultor obtiene un mayor beneficio bruto utilizando el aditivo Activo® en la alimentación de 11,500 pollos de engorde de la línea Ross 308 AP. Esto debido a que el Activo® optimiza la digestión de los piensos generando una mayor ganancia de peso.

Cuadro 5. Beneficio bruto incluyendo la tasa de supervivencia de la producción de un galpón convencional de 11,500 pollos de engorde de la línea Ross 308 AP, Zamorano, 2018.

Tratamiento	Peso de un pollo (kg)	Precio de campo (USD/kg)	Supervivencia (1-%M)	Pollos finales	Beneficio bruto (USD)
Control	1.8517	1.077	0.9857	11,328	22,591
Activo®	1.8868	1.076	0.9844	11,320	22,982

*M: mortalidad

Costos que varían.

Los costos que varían relacionados a la mano de obra utilizada en la actividad de alimentación de los pollos y el precio de compra de los pollos al día 1 en galpón no fueron tomados en consideración para el cálculo de los costos que varían porque estas variables no diferían en los tratamientos evaluados. Finalmente, el consumo acumulado de alimento si fue incluido para determinar los costos que varían, estos se demuestran a continuación.

Consumo acumulado de alimento a los 32 días. La variable de consumo acumulado de alimento o concentrado para la producción de un pollo de engorde Ross 308 AP se consideró para el cálculo de los costos que varían. Esto debido por un lado a la cantidad consumida por tratamiento y por otro lado el costo de cada concentrado.

El consumo acumulado de alimento se obtuvo por una regresión lineal con el uso de la variable categórica del Activo®. El propósito de la regresión fue para determinar si existía diferencia significativa en el consumo acumulado a los 32 días (día de cosecha) según el tratamiento.

La regresión de la variable de consumo acumulado de alimento (Cuadro 6) mostró que no existía diferencia significativa en el consumo de alimento del tratamiento Activo®. Finalmente, al no haber significancia estadística se calculó un promedio de consumo acumulado alimento de 2.551 kilogramos de alimento por pollo al día 32 (día de cosecha).

Cuadro 6. Regresión de la variable de consumo acumulado de alimento al día 32 (día de cosecha) según el tratamiento, Zamorano, 2018.

Coefficientes	$\hat{\beta}$	Error Estándar	t	Valor P	R ²	N
β_0	1.4771	0.0083	176.5497	2.86E-76	0.0007	56
Activo®	0.0024	0.0118	0.2058	0.8376		

Costo promedio ponderado. El costo promedio ponderado utilizado para el cálculo de los costos que varían de la variable de consumo acumulado de alimento al día 32 (día de cosecha) se calculó utilizando diferentes precios para cada concentrado en las 4 fases de alimentación, mostrados a continuación.

Los precios de los concentrados utilizados para el tratamiento control en las 4 fases son: 0.642, 0.596, 0.569 y 0.550 (USD/kg de concentrado), respectivamente. Los precios del concentrado para el tratamiento Activo® son: 0.646, 0.600, 0.572 y 0.556 (USD /kg de concentrado), respectivamente.

El tratamiento control (Cuadro 7) obtuvo un costo promedio ponderado de 0.577 (USD /kg de concentrado) y el tratamiento Activo® (Cuadro 8) de 0.580 (USD/ kg de concentrado). Finalmente, estos se utilizaron para calcular los costos que varían.

Cuadro 7. Costo promedio ponderado del consumo de concentrados utilizados en el tratamiento Control, Zamorano, 2018.

Días	Consumo Promedio por pollo (kg)	Precio del Concentrado (USD/kg)	Precio × Cantidad Consumida (USD/kg)	Costo Promedio Ponderado
1-7	0.102	0.642	0.065	
8-14	0.299	0.596	0.178	
15-21	0.703	0.596	0.418	
22- 28	0.783	0.569	0.445	
29-32	0.664	0.550	0.365	
Consumo Total	2.551	Costo total	1.471	0.577

Cuadro 8. Costo promedio ponderado del consumo de concentrados utilizados en el tratamiento Activo®, Zamorano, 2018.

Días	Consumo Promedio por pollo (kg)	Precio del Concentrado (USD/kg)	Precio × Cantidad Consumida (USD/kg)	Costo Promedio Ponderado
1-7	0.102	0.646	0.065	
8-14	0.299	0.600	0.179	
15-21	0.703	0.600	0.421	
22-28	0.783	0.572	0.447	
29-32	0.664	0.556	0.369	
Consumo Total	2.551	Costo Total	1.481	0.580

Los costos que varían (Cuadro 9) para la producción de 11,500 pollos de engorde Ross 308 AP con el tratamiento Control y tratamiento Activo® son: 16,674 y 16,749 USD por concentrado consumido, respectivamente. Un avicultor incurre en mayores costos que varían al momento de producir con aditivo Activo® en la alimentación de 11,500 pollos de engorde. Esto debido a que el precio del Activo® incrementa los costos de la alimentación.

Cuadro 9. Costos que varían según consumo y tasa de supervivencia de la producción de un galpón convencional de 11,500 pollos de engorde Ross 308 AP, Zamorano, 2018.

Tratamiento	Consumo por pollo (kg)	Costo promedio ponderado del concentrado (USD/kg)	Supervivencia (1-%M)	Pollos finales	Costos que varían (USD)
Control	2.551	0.577	0.9857	11,328	16,674
Activo®	2.551	0.580	0.9844	11,320	16,749

*M: mortalidad

Beneficios netos y tasa de retorno marginal.

Los beneficios netos (Cuadro 10) se calcularon mediante la diferencia entre los beneficios brutos y los costos que varían obtenidos al producir 11,500 pollos de engorde Ross 308 AP.

El mayor beneficio neto se generó utilizando el aditivo Activo® en la alimentación hasta el día 32(día de cosecha). Aunque el costo que varía es mayor, el beneficio neto es mayor debido a que se obtuvo un mayor peso en los pollos con el tratamiento Activo®.

La tasa de retorno marginal (Cuadro 10) se obtuvo mediante la relación de cambio entre los costos que varían y los beneficios netos después de determinar que no existía dominancia por parte de ningún tratamiento evaluado. La tasa de retorno marginal que se obtuvo fue de 421%. Finalmente, el avicultor al invertir un dólar en adquirir y brindar una alimentación con aditivo Activo® puede esperar de retorno el dólar invertido y USD 4.21 adicionales.

Cuadro 10. Beneficios netos y tasa de retorno marginal de la producción de un Galpón convencional de 11,500 pollos de engorde de la línea Ross 308 AP, Zamorano, 2018.

Concepto	Tratamientos	
	Control (USD)	Activo® (USD)
Beneficio bruto	22,591	22,982
Costos que varían	16,674	16,749
Beneficios netos	5,917	6,233
Cambio en beneficios netos	-	316
Cambio en costos que varían	-	75
Tasa de Retorno Marginal (%)	-	421

La curva de beneficios netos (Figura 1) aclaró, de una forma gráfica, que al producir con el tratamiento control y luego pasar al tratamiento Activo® los costos que varían aumentan en menor proporción que los beneficios netos. Adicionalmente, se cumple la condición de que la tasa de retorno marginal de 421% sea mayor a la tasa de retorno mínima aceptable del 50%. Por consiguiente, producir pollos de engorde de la línea Ross 308 AP con una alimentación con aditivo Activo® es la mejor alternativa de producción.

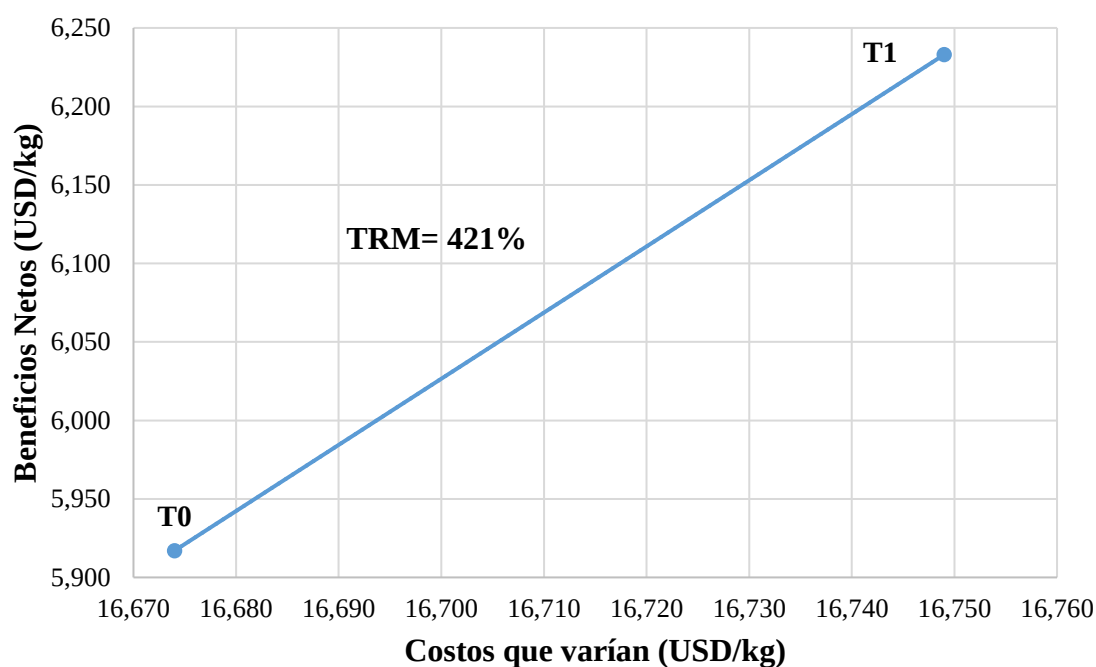


Figura 1. Curva de beneficios netos (USD/Galpón de 11,500 pollos) entre del tratamiento Control (T0) y Activo® (T1) en la producción de pollos de engorde Ross 308, Zamorano, 2018.

4. CONCLUSIONES

- El aditivo Activo® utilizado en la alimentación genera un mayor peso de cosecha y porcentaje de mortalidad en pollos de engorde Ross 308 AP comparado al no utilizarlo. A su vez, el consumo acumulado no es diferente al utilizar o no el Activo®.
- El beneficio bruto obtenido al utilizar aditivo Activo® al llevar acabo la actividad avícola de producir 11,500 pollos en un galpón convencional es mayor que al producir sin utilizarlo. Esto debido a que el Activo® genera un mayor peso en los pollos. A su vez, los costos que varían en el uso de Activo® son mayores que al no utilizarlo debido al costo adicional por la adición del Activo® en el concentrado.
- La mejor alternativa de producir es incluir el aditivo Activo® en la alimentación de pollos de engorde Ross 308 AP debido a que al producir pollos de engorde de la línea Ross 308 AP se obtiene una mayor rentabilidad.

5. RECOMENDACIONES

- Evaluar el uso de aditivo Activo® en diferentes líneas como ser la línea Cobb 500.
- Medir pesos con un total de 13 repeticiones por tratamiento con el fin de tener mayor poder en las pruebas estadísticas entre la variable de peso.
- Desarrollar un estudio usando diferentes dosis o concentración de Activo® en la alimentación.

6. LITERATURA CITADA

Almeida, W. (2016). Evaluación económica de cuatro programas de ayuno en pollos de engorde Cobb500 mixtos de emplume rápido. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Aviagen. (2014). Manual de manejo del pollo de engorde Ross 308 AP (Vol. 134). Aviagen.

Besso, D., Hernández, P., y Mendoza, G. (2017). Aditivos alimenticios en corrales de engorda. México: Engormix.

CIMMYT. (1998). Manual metodológico de evaluación económica. México D.F: Centro Internacional de mejoramiento de maíz y trigo.

FAO. (2016). Un gran futuro para la carne de pollo. Barcelona: Real Escuela de Avicultura.

García, Y. (2015). Uso de aditivos en la alimentación animal. La Habana: Instituto de Ciencia Animal de Cuba.

Gélvez, L. (2016). Construcción de un galpón para pollos de engorde. Obtenido de Mundo Pecuario: http://mundo-pecuario.com/tema199/aves/galpon_pollos-1123.html

Granda, M. (2017). Evaluación económica de la producción de pollos CobbMV y Cobb500 en Zamorano, Honduras. Tegucigalpa: Zamorano.

GRASP. (2014). Ficha técnica del producto Activo. Curitiba: GRASP industria y comercio LTDA.

Gutiérrez, M. (2017). AviNews. Tegucigalpa: Aumento del consumo de carne de pollo en Centroamérica.

Gutiérrez, M. (2017). Crecimiento de la producción de carne de pollo y huevo en Honduras. Tegucigalpa: AviNews.

Inns, F., Viebig, U., y Sutton, D. (1994). Principios y prácticas de prueba y evaluación económica de maquinarias agrícolas. Roma: Food and Agriculture Organization.

Kime, L., Harper, J., y Carnelisse, S. (2014). Presupuestos para tomar decisiones agrícolas. Filadelfia: The Pennsylvania State University.

Lewis, K., y Blow, W. (1965). The Effect of Genotype-Environment Interactions on Broiler Growth. Poultry Science.

Robaina, R. (2012). Definiciones de prácticas agrícolas. Montevideo: Instituto Nacional de Carnes.

USDA. (2017). Crecimiento de la producción mundial de la carne de pollo. Europa: Escuela Real de Avicultura.