

# **Evaluación económica de cuatro programas de ayuno en pollos de engorde Cobb500® mixtos de emplume rápido**

**William Iván Almeida Zambrano**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras**

Noviembre, 2016

ZAMORANO  
CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE AGRONEGOCIOS

## **Evaluación económica de cuatro programas de ayuno en pollos de engorde Cobb500<sup>®</sup> mixtos de emplume rápido**

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

Presentado por

**William Iván Almeida Zambrano**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2016

## **Evaluación económica de cuatro programas de ayuno en pollos de engorde Cobb500 mixtos de emplume rápido.**

**William Iván Almeida Zambrano**

**Resumen.** La industria avícola ha venido evolucionando y experimentando cambios en cuanto al manejo y nutrición de las aves. En el año 2013, el sector avícola representó el 18% del producto interno bruto agrícola de Honduras, un aproximado del 5.5% del producto interno bruto de Honduras. La investigación se realizó para generar información para la toma de decisiones de la empresa Cadeca-Honduras. El objetivo de este estudio fue evaluar económicamente cuatro programas de restricción de alimento para pollos de engorde Cobb500 mixtos y seleccionar la mejor alternativa. Dos de los tratamientos consistieron en restringir el alimento de manera intermitente (entre 6 y 8 horas) y los otros dos de manera continua (6 y 8 horas). Los tratamientos fueron analizados económicamente mediante la metodología de presupuestos parcial. Las variables estudiadas, consumo promedio y peso promedio por ave, fueron analizadas mediante un análisis de varianza y separación de medias. Las restricciones de manera intermitente presentaron mayores rendimientos en la producción, sin embargo, los tratamientos con restricciones continuas presentan menores costos de producción. La mejor alternativa fue el tratamiento con intermitencia de 8 horas totales de restricción de alimento con un beneficio neto de HNL 171,165.

**Palabras clave:** Beneficios netos, presupuesto parcial, tasa de retorno marginal.

**Abstract.** The poultry industry has been evolving, experimenting and suffering changes regarding management and nutrition of the birds. By 2013, the poultry activity represented 18% of the gross domestic product of poultry and about a 5.5% of the gross domestic product of Honduras. The investigation created information for Cadeca-Honduras as a tool in the decision making process. The objective of this study was to evaluate, from an economic perspective, four poultry raising diets in mixed Cobb500 and selecting the best alternative. Two of the diets consisted in the restriction of feed in an intermittent way (between 6 and 8 hours) and the others in a continuous way (6 and 8 hours). Finally, the partial budget methodology was used to do an economic analysis of the diets. The studied variables, average consumption and average weight per bird, were analyzed using an analysis of variance and the mean separation scheme. The intermittent restrictions diets increased production, however, continuous restrictions reduce production costs. The best diet was the eight hour restriction of feed made in an intermittent way with a net benefit of HNL 171,165.

**Key words:** Net benefits, partial budget, marginal rate of return.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. METODOLOGÍA.....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>15</b>
<b>5. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>16</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>17</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>19</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
Asi deben quedar	
1. Análisis de varianza de diferentes horarios de restricción de alimento de la línea Cobb500 para consumo acumulado, Zamorano 2016. ....	8
2. Separación de medias con prueba Duncan para diferentes horarios de restricción de alimento de la línea Cobb500 para consumo acumulado de alimento (g/ave), Zamorano 2016. ....	9
3. Análisis de varianza de diferentes horarios de restricción de alimento de la línea Cobb500 para la variable peso promedio por ave, Zamorano 2016. ....	9
4. Separación de medias con prueba de Duncan para diferentes horarios de restricción de alimento de la línea Cobb500 para la variable peso promedio por ave (g/ave), Zamorano 2016. ....	10
5. Desglose de beneficios netos (HNL/Galpón de 2500 pollos) de los programas de ayuno en pollos de engorde Cobb500, Zamorano 2016. ....	11
6. Tasa de retorno marginal, y sus componentes (HNL/Galpón), para los diferentes programas de ayuno en pollos de engorde Cobb500 (Galpón de 2500 pollos), Zamorano 2016.....	12
7. Residuos de presupuesto parcial (HNL/Galpón de 2500 pollos) de cuatro programas de ayuno en pollos de engorde Cobb500, Zamorano 2016. ....	14
Figuras	Página
1. Distribución de tratamientos (TRT) de restricción de ayuno en el galpón de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano y distribución de tratamientos, Honduras 2016.....	6
2. Curva de beneficios netos de programas de ayuno en pollos de engorde Cobb500 (HNL/Galpón de 2500 pollos), Zamorano 2016.....	13

1. Resumen de total de ingresos por kilogramo de pollo en pie (HNL/ Galpón de 2500 pollos) de programa de ayuno en pollos de engorde Cobb500, Zamorano 2016.....	19
2. Resumen de total costos de alimentación (HNL/ Galpón de 2500 pollos), de programas de ayuno en pollos de engorde Cobb500, Zamorano 2016. ....	19
3. Resumen de total costos mano de obra (HNL/ Galpón de 2500 pollos) de programa de ayuno en pollos de engorde Cobb500, Zamorano 2016. ....	19
4. Sintaxis de variables de análisis de varianza de diferentes horarios de restricción de alimento de la línea Cobb500 para consumo acumulado, Zamorano 2016.....	20
5. Sintaxis de variables de análisis de varianza de diferentes horarios de restricción de alimento de la línea Cobb500 para peso promedio por ave, Zamorano 2016.....	20

# 1. INTRODUCCIÓN

La avicultura representa uno de los principales rubros económicos para los países latinoamericanos debido a la alta demanda y aceptación que tienen los productos avícolas. La industria avícola ha experimentado una serie de cambios en cuanto al manejo y nutrición de las aves de engorde, enfocándose en reducción de los costos de alimentación debido a que este representa el 70% del costo total de operación (Mckay, 2008).

En Honduras el sector avícola ha tenido un constante crecimiento. En el año 2013, el sector avícola representó el 18% del producto interno bruto agrícola de Honduras, un aproximado del 5.5% del producto interno bruto de Honduras (SAG, 2013). La producción del año 2015 fue de 320 millones de libras de pollo, generando 170,000 puestos de trabajo directa e indirectamente, obteniendo un consumo per cápita de 40 libras de pollo (Gallo, 2015).

La evolución en genética de pollos de engorde ha conseguido cambios favorables a la industria y ha mejorado la productividad y competitividad (Suárez, 2003). La producción de pollo ha tenido un desarrollo importante durante los últimos años y está muy difundida a nivel mundial debido a su alta rentabilidad y buena aceptación en el mercado. En la actualidad, es fácil encontrar buenas razas y alimentos concentrados de excelente calidad que proporcionan resultados aceptables en conversión alimenticia.

Los avicultores han optado por desarrollar técnicas que les permitan ser más eficientes, teniendo un mejor aprovechamiento en el uso de materias primas y que de esta manera puedan obtener una mejor oportunidad de competir en el mercado. El descanso en el tiempo de alimentación es una parte fundamental en la nutrición animal para una mejor producción.

La aplicación de restricción de alimento es un proceso que permite a los avicultores observar diferentes comportamientos al momento de la ingesta de alimento de las aves. El mayor cambio al momento de restringir el alimento es en la ganancia de peso de las aves (Summers, Sparrt, & Atkinson., 1990).

La restricción se caracteriza por proporcionar a las aves el alimento en horarios establecidos, limitando el acceso que tienen al alimento y así evitar el desperdicio de alimento.

Los programas de restricción son más eficientes cuando se aplican, principalmente, desde la etapa de iniciación, procurando modular la velocidad de crecimiento. El aumento de peso es mayor cuando el tiempo de restricción es de pocas horas (Suárez, 2003).

Este experimento se presenta a la industria avícola con el fin de buscar opciones para mejorar producción de pollos de engorde, y poder optimizar recursos para mejores oportunidades en el mercado. La información generada sirve para la toma de decisiones de la empresa Cadeca-Honduras. Esta relación entre Cadeca-Honduras y la Unidad de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana se estableció mediante un contrato. El estudio se aplicó con el fin de establecer un proceso eficiente que permita aumentar los ingresos de los avicultores.

El objetivo general del estudio es de evaluar los beneficios netos de cuatro programas de ayuno en pollos de engorde de emplume rápido Cobb500 de emplume rápido para seleccionar la mejor tecnología. Los objetivos específicos del estudio fueron:

- Determinar si existen diferencias entre los programas de ayuno para las variables consumo acumulado y peso promedio de los pollos.
- Determinar los ingresos brutos de la producción total de pollo en pie producidas por cada programa de ayuno.
- Calcular los costos que varían en cada uno de los tratamientos.
- Determinar el beneficio neto de los cuatro tratamientos de ayuno en pollos de engorde.
- Calcular la tasa de retorno marginal y valores del análisis de residuos para selección del mejor tratamiento.

## 2. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para la evaluación económica de los cuatro programas de ayuno de pollo de engorde Cobb500 fue la de presupuesto parcial. El análisis de presupuesto parcial se basó en la determinación de beneficios netos, una comparación de la tasa de retorno marginal contra la tasa de retorno mínima aceptable y un análisis de residuos para seleccionar la mejor alternativa entre de los cuatro programas de ayuno. Los beneficios netos se calcularon utilizando los ingresos y los costos que varían, los cuales sirvieron como base para graficar la curva de beneficios netos y para realizar un análisis de dominancia que descarte tratamientos ineficientes. Adicionalmente, se realizó un análisis estadístico para comparar los costos que varían y los ingresos.

**Presupuesto parcial.** El presupuesto parcial es un método comúnmente utilizado en la agricultura para comparar dos o más tecnologías cuando el resto de las variables no se ven alteradas (CYMMYT, 1988). Es decir, se realiza una prueba sobre un factor de producción, el cual afectará la variable respuesta. En este caso, el suministro de alimento se descubrió relacionado directamente con un cambio en el consumo acumulado y el peso promedio. El factor de este estudio fue la restricción (ayuno) de alimento en cuatro programas con diferentes horarios, por lo que se utilizó la metodología de presupuestos parcial. Al momento de evaluar los resultados, si el factor presenta cambios positivos debido a mayores ingresos o menores costos al compararlo con el control con el que se trabaja, se debería considerar cambiar a la nueva tecnología.

**Beneficio neto.** El beneficio neto en un presupuesto parcial se calcula con la resta de los ingresos brutos de campo menos los costos totales que varían. El beneficio neto no es igual a utilidades debido a que en el presupuesto parcial solo se consideran los costos que varían al cambiar una tecnología por otra (CYMMYT, 1988). Este análisis afirma cuando un tratamiento es menos eficiente con respecto a los beneficios netos que genera.

**Ingresos.** El total de ingreso de cada programa de ayuno se determinó con la producción total de pollo en pie y el precio de venta por kilogramo de pollo en pie. La producción total de pollo se calculó con los rendimientos promedios que mostró el análisis estadístico. El precio que se utilizó en este análisis fue el precio de campo que tiene el kilogramo de pollo. Al comparar los ingresos se determinó si existe un incremento en los ingresos para un incremento en los beneficios netos.

**Costos que varían.** Los costos que varían son los costos relacionados con los insumos comprados y mano de obra utilizada que difieren de un programa de ayuno a otro. Estos se determinaron con la cantidad de concentrado suministrado a cada uno de los programas de ayuno y con la cantidad de horas de mano de obra por restricción debido a que diferían en cada uno de los cuatro programas. Para el agricultor es importante comparar estos costos

debido a que necesita saber el incremento en los costos que varían para determinar si existe un incremento en los beneficios netos.

**Análisis de dominancia.** Este análisis sirvió para excluir alguno de los programas de ayuno y simplificar el análisis. Por tanto, este análisis se efectuó ordenando los programas de ayuno de menores a mayores costos que varían. Un tratamiento es dominado por otro cuando al comparar los tratamientos, uno presenta mayores costos que varían y menores o iguales beneficios netos, o iguales costos que varían y menores beneficios netos.

**Curva de beneficios netos.** La curva de beneficios netos está compuesta por la unión de puntos de intersección de beneficios netos y total de costos que varían de cada tratamiento. Esta curva ayudó a determinar gráficamente el programa de ayuno que es dominado. Los tratamientos que no son dominados se incluyen en la curva de beneficios netos por lo que su pendiente siempre será positiva. La curva de beneficios netos esclarece el razonamiento en que se basa el cálculo de la tasa de retorno marginal.

**Tasa de retorno marginal.** La tasa de retorno marginal (TRM) se basó en la comparación de los incrementos de costos y beneficios entre tratamiento. Esta es una manera de analizar la relación y eficiencia al cambiar de un tratamiento a otro. La TRM se calculó una vez organizados los tratamientos no dominados de menor a mayor respecto a sus costos que varían. Específicamente, se obtuvieron los incrementos en los costos que varían y los incrementos en beneficios netos al cambiar una tecnología de otra, y (Reyes, 2001) luego, se dividió el cambio en beneficios netos entre el cambio en los costos, expresada en porcentaje (CYMMYT, 1988). TRM (Ecuación 1) queda expresada de la siguiente manera:

$$TRM = (\Delta BN / \Delta CV) * 100 \quad [1]$$

Dónde:

TRM: Tasa de retorno marginal

$\Delta$  BN: Cambio en beneficios netos

$\Delta$  CV: Cambio en costos que varían

La tasa de retorno marginal indicó cuanto puede esperar ganar el agricultor en un cambio de tratamiento. Sin embargo, no se puede tomar una decisión respecto a los tratamientos sin conocer la tasa de retorno que sería aceptable para los agricultores. La tasa de retorno mínima aceptable (TRMA) se tomó como referencia para compararla con la tasa de retorno marginal y decidir entre las tecnologías.

**Tasa de retorno mínima aceptable.** La tasa de retorno mínima aceptable fue necesario considerarla debido a que los agricultores se sienten conformes con la tecnología normalmente usada, y si se le pide que haga una inversión adicional en sus actividades, el agricultor considerará el costo del dinero que invertirá y la comodidad de este al utilizar la tecnología que conoce mejor. Generalmente, no se puede dar una cifra exacta, en base a la experiencia se estimó que no será menor del 50%, aunque represente un cambio sencillo en la nueva tecnología. El rango en que se sitúa dicha tasa se encuentra entre 50% y 100% (CYMMYT, 1988). La investigación no requirió de un cambio grande en las actividades del agricultor, por lo que se utilizó el límite inferior.

Para determinar el mejor tratamiento, se compara la TRM con la TRMA. El tratamiento a recomendar es el último tratamiento, ordenado en una escala ascendente sobre los costos que varían, que cumple con la siguiente relación:  $TRM > TRMA$ . El agricultor cambiará un tratamiento por otro si la tasa de retorno marginal es mayor que la tasa de retorno mínima aceptable (CYMMYT, 1988).

**Análisis de residuos.** Para corroborar los análisis de los programas de ayuno a través de la TRM, la TRMA y beneficios netos, se realizó el análisis de residuos. Este análisis indica la diferencia de sustraer de los beneficios netos el costo de inversión (CYMMYT, 1988). Los residuos se usaron para al verificar las conclusiones del análisis marginal. Los residuos (Ecuación 2) quedan expresados de la siguiente manera: (Ecuación 2):

$$RES = BN - [(TRMA/100) * CV] \quad [2]$$

Dónde:

RES: Residuo del tratamiento

BN: Beneficios netos

TRMA: Tasa de retorno mínima aceptable (%)

CV: Total de costos que varían del tratamiento

Para la evaluación de los cuatro programas de ayuno de pollos de engorde Cobb500 se estableció un proyecto en campo. El proyecto en campo consistió en establecer un experimento unifactorial, restricción de alimento, y en una toma de datos de las variables consumo acumulado y peso promedio del ave, las cuales se analizaron estadísticamente.

**Establecimiento de proyecto en campo.** Para la investigación, se estableció el experimento con un diseño de bloques completos al azar con 4 tratamientos y 14 repeticiones por tratamiento. La unidad experimental fue el corral con 54 aves, con un total de 56 corrales que suman 3,024 aves sexuadas de un lote madre de 40-50 semanas de edad. La Figura 1 muestra la distribución de los corrales con cada tratamiento, los cuales serán descritos más adelante. Los corrales cuentan con una dimensión de 4.68 m<sup>2</sup> para una densidad de 11.5 aves/m<sup>2</sup> a las cuales se les proporcionó alimento producido por ALIANSA. Los pollos utilizados fueron de la línea Cobb 500 de emplume rápido. Esta genética permite obtener a los pollos una menor tasa de conversión alimenticia, un menor costo por peso vivo y uniformidad de la parvada.

BLOQUE	TRT	CORRAL		CORRAL	TRT	BLOQUE
7	4	28		29	4	8
	3	27		30	2	
	2	26		31	3	
	1	25		32	1	
6	2	24		33	2	9
	4	23		34	1	
	3	22		35	4	
	1	21		36	3	
5	4	20		37	1	10
	1	19		38	2	
	2	18		39	4	
	3	17	<b>P</b>	40	3	
4	4	16	<b>A</b>	41	2	11
	1	15	<b>S</b>	42	1	
	2	14	<b>I</b>	43	4	
	3	13	<b>L</b>	44	3	
3	2	12	<b>L</b>	45	1	12
	4	11	<b>O</b>	46	2	
	3	10		47	3	
	1	9		48	4	
2	1	8		49	4	13
	2	7		50	3	
	3	6		51	2	
	4	5		52	1	
1	4	4		53	1	14
	3	3		54	2	
	2	2		55	3	
	1	1		56	4	

Figura 1. Distribución de tratamientos (TRT) de restricción de ayuno en el galpón de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano y distribución de tratamientos, Honduras 2016.

Esta investigación se realizó en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola, ubicado en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Valle del Yegüare, a 32 km de Tegucigalpa carretera hacia Danlí, Honduras. Zamorano presenta una precipitación anual de 1,154 mm, una altura promedio de 800 msnm y una temperatura promedio de 22.8° C. El proyecto de campo se inició en el mes de febrero y se terminó la toma de datos en el mes de marzo a los 32 días (día de cosecha) del año 2016.

**Programas de ayuno.** Los programas de ayuno consistieron en restringir el alimento en cuatro horarios diferentes. Dos de los tratamientos fueron restricciones diarias de alimento en horarios continuos (T2 de 6 horas y T4 de 8 horas) y los dos tratamientos restantes se

restringieron el alimento de manera intermitente (T1 con un total de 6 horas diarias y T3 con un total de 8 horas diarias). El tratamiento T1 de 6 horas intermitentes, tuvo restricción en dos ocasiones. La primera restricción se realizó de 6:00 pm a 9:00 pm y la segunda restricción se aplicó de 3:00 am a 6:00 am. El tratamiento T2 de 6 horas continuas de restricción fue el control de nuestra investigación. La restricción se aplicó de 12:00 am a 6:00 am. El tratamiento T3 de 8 horas intermitentes, tuvo restricción en dos ocasiones. La primera restricción se realizó de 6:00 pm a 10:00 pm y la segunda restricción fue de 2:00 am a 6:00 am. El tratamiento T4 de 8 horas continuas de restricción se aplicó de 10:00 pm a 6:00 am. El control de la investigación fue el tratamiento con restricción continua de 6 horas ya que es la tecnología usada por la empresa CADECA.

**Análisis estadístico.** Para el análisis estadístico, se utilizó el análisis para el diseño de bloques completos al azar. Los resultados de los rendimientos se analizaron en el programa estadístico SAS (Statistics Analysis System). Para establecer si se encontraban diferencias significativas entre los programas de ayuno se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y una separación de medias Duncan para los factores consumo acumulado y peso promedio por ave. Los resultados del análisis estadístico se utilizaron para la elaboración del presupuesto parcial.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación se reflejaron en dos etapas: análisis estadístico y económico. El análisis estadístico se utilizó para evaluar la importancia de los factores que afectan la producción al comparar las medias de las variables consumo acumulado y peso promedio en las diferentes restricciones. Para cada variable a estudiar, consumo acumulado por ave y peso promedio por ave, se realizó un análisis de varianza (ANOVA). Las diferencias se evaluaron utilizando la separación de medias con la prueba de Duncan. El análisis económico se utilizó para determinar la mejor alternativa empleando el análisis de presupuesto parcial que afirmó como mejor tecnología el tratamiento con mayor residuo.

#### Resultados estadísticos.

**Consumo acumulado.** El análisis de varianza fue estadísticamente significativo. Esto se puede observar en que el valor de significancia “Pr” es menor al nivel de significancia que se usó para el experimento (alfa) de 0.05 (Cuadro 1). El valor F muestra que la variable consumo acumulado mostró diferencias por lo que se rechazó la hipótesis de igualdad de medias de consumo acumulado entre los programas de ayuno. Los tratamientos no poseen el mismo consumo acumulado por lo que el costo de alimentación se verá afectado dentro del presupuesto parcial.

Cuadro 1. Análisis de varianza de diferentes horarios de restricción de alimento de la línea Cobb500 para consumo acumulado, Zamorano 2016.

	gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Pr > F
Modelo	123	240249148.7	1953245	817.94	<.0001
Error	156	372529.1	2388		
Total	279	240621677.7			

En la variable consumo acumulado de alimento a los 32 días (día de cosecha) se observan diferencias significativas en la separación de medias ( $P < 0.05$ ) (Cuadro 2). Los tratamientos T1 y T3 (tratamientos intermitentes) muestran mayor consumo hasta el día de cosecha, sin embargo no existe una diferencia significativa con el T2. El tratamiento con menor consumo acumulado es el T4, en el cual la restricción aplicada fue de 8 horas continuas. Esto coincide con Castellanos y Berger (1992) que afirman que una restricción permanente de 8 o más horas diarias puede tener efectos negativos en el consumo de las aves. Los datos

encontrados en este experimento permitieron concluir que los tratamientos que presentaron intermitencia entre sus horas de restricción de alimento (T1 y T3), al compararlo con el tratamiento que tuvo una restricción continua de 8 horas (T4), obtienen un mayor consumo.

Cuadro 2. Separación de medias con prueba Duncan para diferentes horarios de restricción de alimento de la línea Cobb500 para consumo acumulado de alimento (g/ave), Zamorano 2016.

<b>Tratamiento</b>	<b>Consumo acumulado a los 32 días</b>
T1(6 horas intermitente)	2620.95 <sup>a</sup>
T3(8 horas intermitente)	2620.49 <sup>a</sup>
T2(6 horas continuas)	2545.81 <sup>ab</sup>
T4(8 horas continuas)	2493.57 <sup>b</sup>
P	0.0037
Coefficiente de Variación	3.672

**Peso promedio por ave.** Para la variable peso promedio se rechazó la hipótesis de igualdad de medias entre los pesos de las aves, debido a que el valor F de la variable peso promedio por ave mostró diferencias. El peso promedio por ave a los 32 días no es igual entre los cuatro programas de ayuno, por lo que se concluye que los ingresos se verán afectados para cada tratamiento dentro del presupuesto parcial.

Cuadro 3. Análisis de varianza de diferentes horarios de restricción de alimento de la línea Cobb500 para la variable peso promedio por ave, Zamorano 2016.

	<b>gl</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Modelo	123	124605218.2	1013051	1007.8	<.0001
Error	156	156812.8	1005.2		
Total	279	124762031			

La variable peso promedio a los 32 días (día de cosecha) presenta diferencias significativas entre los tratamientos con intermitencia y los tratamientos continuos como lo muestra la separación de medias (Cuadro 4). Los tratamientos T1 (6 horas intermitentes) y T3 (8 horas intermitentes) presentan los mayores pesos promedio por ave, y no presentan diferencia significativa entre ellos. Los tratamientos T2 (control) y T4, que representan las restricciones de alimento de forma continua, no difieren significativamente entre ellos. Esto coincide con Plavnik (1985) que afirma que al restringir el alimento al ave, ellos compensan el peso con una fuerte ingesta al pasar las horas de restricción de alimento. Los pesos que muestran los tratamientos T1 y T3 se atribuyen a la intermitencia que existe en la restricción, debido a que estos tuvieron dos ingestas fuertes de alimento a comparación de los tratamientos con restricciones continuas que tuvieron solo una ingesta fuerte después de la restricción.

Cuadro 4. Separación de medias con prueba de Duncan para diferentes horarios de restricción de alimento de la línea Cobb500 para la variable peso promedio por ave (g/ave), Zamorano 2016.

Tratamiento	Peso a los 32 días
T3(8 horas intermitente)	1964.21 <sup>a</sup>
T1(6 horas intermitente)	1958.96 <sup>a</sup>
T2(6 horas continuas)	1892.4 <sup>b</sup>
T4(8 horas continuas)	1876.51 <sup>b</sup>
P	<.0001
Coeficiente de Variación	2.990

### Resultados económicos

**Presupuesto parcial.** El presupuesto parcial incluye los ingresos, el total de costos que varían, los beneficios netos (Cuadro 5), la tasa de retorno marginal y el análisis de residuos. Los costos de alimentación (Anexo 2) y costos de mano de obra (Anexo 3) fueron incluidos en el presupuesto parcial como costos que varían. Todos los tratamientos fueron ordenados dentro del presupuesto parcial de menor a mayor en base a los costos que varían.

Cuadro 5. Desglose de beneficios netos (HNL/Galpón de 2500 pollos) de los programas de ayuno en pollos de engorde Cobb500, Zamorano 2016.

Concepto	Restricción de alimento			
	T4: 8hr continuas	T2: 6hr continuas	T3: 8hr intermitente	T1: 6hr intermitente
Ingresos (Beneficios brutos)	227,581	229,508	238,217	237,581
Costos alimentación	54,435	55,576	57,206	57,216
Costos manos de obra	7,574	6,438	9,847	9,847
Total de costos que varían	62,010	62,014	67,053	67,063
Beneficios netos	165,572	167,494	171,165	170,518

\*T: Tratamiento

**Beneficios netos.** Con los resultados de medias de la variable peso promedio por ave se obtienen los ingresos, multiplicando el precio de kilogramo de carne de pollo en pie (HNL 48.51) por el peso promedio por ave (expresado en kilogramos) y por el total de pollos (2500).

El agricultor tiene mayores ingresos cuando utilizan intervalos en el periodo de la restricción de alimento (T1 y T3), sin embargo, estos tratamientos presentan mayores costos que varían. Los costos se ven afectados por la cantidad de alimento consumido en cada uno de los tratamientos, al igual que en la mano de obra debido a que eran diferentes las horas de trabajo en la aplicación de la restricción.

Los costos que varían de alimentación fueron calculados tomando el precio del kilogramo de concentrado (HNL 8.73) multiplicándolo por el consumo promedio por ave y por el total de pollos (2500). Este valor fue obtenido de los resultados de la media entre consumo acumulado de los programas de ayuno.

Los costos que varían de mano de obra fueron calculados tomando el producto del total de horas de trabajo en cada restricción de alimento, por el salario por hora en la agricultura (HNL 23.67), según registros de la Secretaría de Trabajo de Honduras. El costo de mano de obra fue elevado debido a que la restricción de alimento se aplicó en horas de la madrugada. El costo de mano de obra utilizado para la noche en este estudio fue el mismo que el costo en la mañana y tarde, sin embargo, se obtuvieron mayores costos por el aumento en horas físicas de trabajo.

La cantidad de pollos que se utilizó para el análisis fue de 2,500. Los tratamientos con restricción continua, de 8 horas continuas (T4) y de 6 horas continuas (T2), obtuvieron beneficios netos de HNL 165,572 y de HNL 167,494, respectivamente. En el caso de los tratamientos con intermitencia, de 8 horas intermitentes (T3) y de 6 horas intermitentes (T1), obtuvieron beneficios netos de HNL 171,165 y de HNL 170,518, respectivamente.

**Tasa de retorno marginal.** El Cuadro 6 presenta parte del presupuesto parcial y muestra la TRM. En el caso del T2, que representa 6 horas de restricción continua (control), se muestra una tasa de retorno marginal de 45,243%. El T3, de 8 horas con intermitencia, muestra una TRM de 73%.

Cuadro 6. Tasa de retorno marginal, y sus componentes (HNL/Galpón), para los diferentes programas de ayuno en pollos de engorde Cobb500 (Galpón de 2500 pollos), Zamorano 2016.

Concepto	Restricción de alimento			
	T4: 8hr continuas	T2: 6hr continuas	T3: 8hr intermitente	T1: 6hr intermitente
Total de costos que varían	62,010	62,014	67,053	67,063
Beneficios netos	165,572	167,494	171,165	170,518
Cambio en beneficios netos	-	1,923	3,670	N/A
Cambio en costos que varían	-	4	5,039	N/A
Tasa de retorno marginal	-	45,243%	73%	“dominado”

El tratamiento T1 no mostró TRM, debido a que presentó mayores costos que varían al compararlo con el tratamiento T3 y menores beneficios netos, lo que indica que está dominado. El tratamiento de 6 horas intermitentes (T1) quedó descartado de la selección como mejor alternativa debido a que fue dominado por el tratamiento (T3), a pesar que obtuvo ingresos mayores al compararlos con tratamientos continuos. Este análisis se pudo observar gráficamente en la curva de beneficios netos (Figura 2).

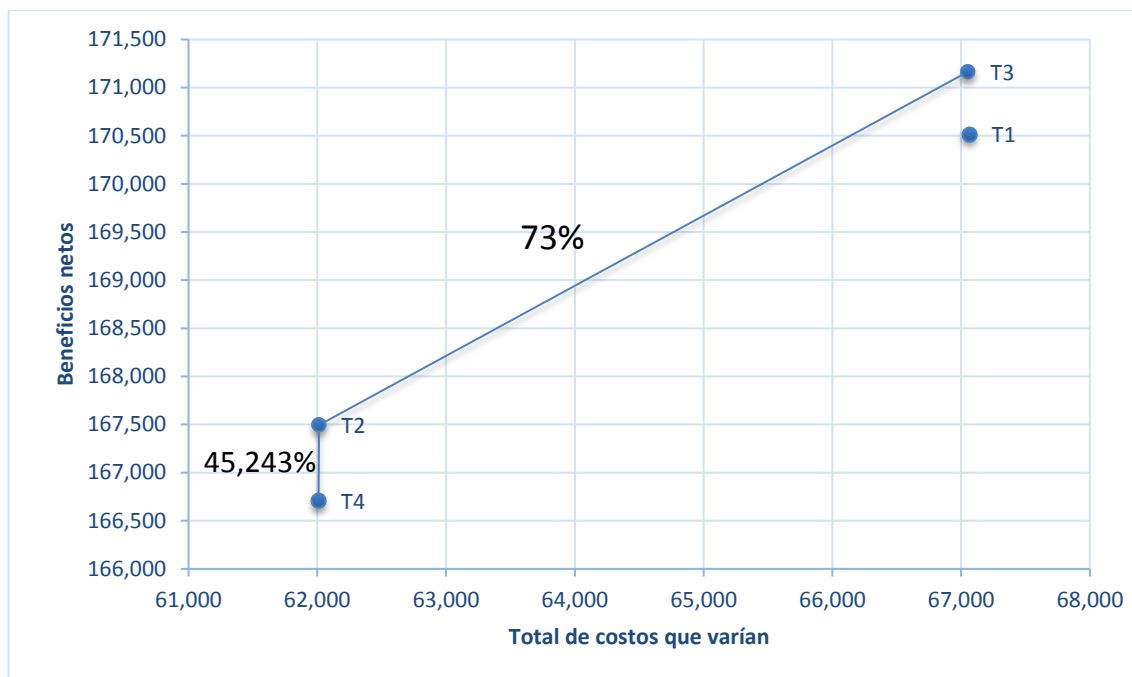


Figura 2. Curva de beneficios netos de programas de ayuno en pollos de engorde Cobb500 (HNL/Galpón de 2500 pollos), Zamorano 2016.

La curva de beneficios netos confirma gráficamente la dominancia del tratamiento T3 sobre el tratamiento T1. La curva crece desde T4 hasta T3, esto a razón de que a medida que los costos aumentan, los beneficios netos son mayores. La figura muestra el punto que es representado el tratamiento T1 por fuera de la curva. Esto se debe a que al compararlo con el tratamiento T3, el T1 mostró mayores costos que varían y beneficios netos menores, y por ende, es un tratamiento dominado.

Ambos tratamientos (T2 y T3) cumplen la condición de  $TRM > TRMA$ . El tratamiento seleccionado como mejor alternativa fue T3 basándose en el análisis marginal, debido a que el T3 es el tratamiento con el mayor beneficio neto que cumple la condición  $TRM > TRMA$ . El análisis de residuos (Cuadro 7) verifica las conclusiones del análisis marginal.

Cuadro 7. Residuos de presupuesto parcial (HNL/Galpón de 2500 pollos) de cuatro programas de ayuno en pollos de engorde Cobb500, Zamorano 2016.

Concepto	Restricción de alimento			
	T4: 8hr continuas	T2: 6hr continuas	T3: 8hr intermitente	T1: 6hr intermitente
Beneficios netos	165,572	167,494	171,165	170,518
Total de costos que varían	62,010	62,014	67,053	67,063
Tasa de retorno mínima aceptable (%)	50	50	50	50
Residuos	134,567	136,488	137,638	136,987

**Análisis de residuos.** Los tratamientos con restricción continua, de 8 horas continuas (T4) y de 6 horas continuas (T2), obtuvieron residuos de HNL 134,567 y de HNL 136,488, respectivamente. En el caso de los tratamientos con intermitencia, de 8 horas intermitentes (T3) y de 6 horas intermitentes (T1), obtuvieron residuos de HNL 137,638 y de HNL 136,987, respectivamente. El análisis de residuos muestra mayores resultados para los agricultores que optan por aplicar el tratamiento T3, lo que hace que seleccione este tratamiento como mejor alternativa al coincidir el tratamiento como mejor opción en el análisis marginal.

## 4. CONCLUSIONES

- Los cuatro tratamientos de ayuno presentaron diferencias dentro de las variables peso promedio por ave y consumo acumulado. Los tratamientos con intermitencia (T3 y T1) obtuvieron mayores pesos promedios por ave que los tratamientos con restricciones continuas (T2 y T4). Adicionalmente el tratamiento con más horas continuas en la restricción de alimento, (T4), presentó un menor consumo acumulado que los otros tratamientos.
- Los tratamientos con intermitencia entre las restricciones genera mayores ingresos brutos para los productores. Los tratamientos con restricciones de 6 y 8 horas continuas obtuvieron ingresos de HNL 229,508 y HNL 227,581, respectivamente. Los tratamientos con intermitencia de 6 y 8 horas obtuvieron ingresos de HNL 237,581 y HNL 238,217, respectivamente, siendo el tratamiento con intermitencia de 8 horas el que obtuvo mayores ingresos.
- Los costos que varían son mayores para los tratamientos con intermitencia comparada con los continuos debido a la mayor cantidad de alimento consumido por las aves en este tipo de restricción y por la mayor cantidad de horas de trabajo por parte de la mano de obra al momento de aplicar la restricción. Los tratamientos con intermitencia de 8 y 6 horas obtuvieron costos que varían de HNL 62,010 y de HNL 62,014, respectivamente. Los tratamientos con restricciones continuas de 6 y 8 horas obtuvieron costos que varían de HNL 67,063 y de 67,053, respectivamente.
- Las restricciones de alimento obtuvieron beneficios netos mayores para los tratamientos con intermitencia. Los tratamientos con intermitencia de 8 y 6 horas obtuvieron beneficios netos de HNL 171,165 y de HNL 170,518, respectivamente. Los tratamientos con restricciones continuas de 6 y 8 horas obtuvieron beneficios netos de HNL 167,494 y de 165,572, respectivamente.
- El tratamiento con restricción de 8 horas intermitentes (T3) fue la mejor alternativa. El tratamiento T3 obtuvo el mayor residuo de HNL137,638 y verificó la selección del mejor tratamiento en el análisis marginal debido a que tiene el beneficio neto mayor y con una tasa de retorno marginal del 73%, mayor a la tasa de retorno mínima aceptable.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Establecer sistemas de restricción de alimento con intermitencia debido a que se obtiene mayor ganancia de peso por ave que permita incrementar los ingresos.
- Realizar las restricciones en horarios de la mañana o tarde para evitar el mayor costo de mano de obra por horas de la madrugada.
- Desarrollar un estudio a una mayor escala donde se incluya a productores con mayor capacidad de producción para conocer la manera que afecta estas restricciones de alimento a nivel comercial.

## 6. LITERATURA CITADA

Ahumada Rodriguez, H. (2005). *Comportamiento Productivo de pollos de engorda alimentados bajo restricción de alimento por diferentes tiempos*. Obtenido de Universidad Autónoma Agraria:

[http://www.uaaan.mx/DirInv/portal\\_agraria/agraria/PDF3/efecto\\_restricc.pdf](http://www.uaaan.mx/DirInv/portal_agraria/agraria/PDF3/efecto_restricc.pdf)

Armendáriz. Santos, R. S. (2008). Comparación de modelos fijos y mixtos para el análisis de diseños de bloques al azar con arreglo en parcela dividida. *Revista Cubana*.

Castellanos y Berger. (1992). *Modulación temprana del peso corporal para el control del síndrome ascítico en pollo en engorda*. México: Convención nacional de ANECA.

Correa, J. C. (s.f.). *Manual de SAS para principiantes*. Obtenido de

<http://www.angelfire.com/ar/iagg101/docum/sastxt.PDF>

CYMMYT. (1988). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; Un manual metodológico de evaluación económica*. México D.F.

Friedman, A., & Betsabe, W. (Junio de 2010). Producción Avícola, Negocio en Crecimiento. *USAID*.

Gallo, J. (09 de Octubre de 2015). ANAVIH. *Sector Avícola prevee crecimiento en exportaciones de huevo y pollo*.

León. (2013). *Impacto de nutrición sobre el coste de pollo*. Obtenido de Jornada profesionales de avicultura.

Madero, C. (12 de Junio de 2016). Fijan salario mínimo en Honduras tras maratónica reunión. *La Prensa*.

Martínez Hernández, A. (2000). *Efecto de la suspensión del alimento durante el estrés calórico del pollo de engorde en el rendimiento productivo*. Obtenido de Escuela Agrícola Panamericana .

Mckay, J. (2008). *The genetics of modern commercial poultry*. Brisbane, Australia.

Núñez, J. d. (2015). *Evaluación económica del uso de maíz transgénico en el departamento de Olancho, Honduras*. Obtenido de

<http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4484/1/AGN-2015-025.pdf>

Peña, R. J. (2013). *Análisis económico comparativo de días y distanciamiento de resiembra en caña de azúcar*, Ser san antonio, Nicaragua. Obtenido de <https://www.zamorano.edu/biblioteca/>

Plavnik, T. Y. (1985). The performance of broiler chicks during and following a severe feed restriction at an early age. *Official Journal of Poultry Science Association*.

Ramos, M. (2008). *Comportamiento Productivo de pollos de en engorda alimentados bajo un sistema de nueve horas de restricción de alimento( Licenciatura)*. Obtenido de Universidad Autónoma Agraria. Antonio Narro.

Reyes, M. (2001). *Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: Re-enseñando el uso de este enfoque*. Guatemala.

Suárez. (2003). Rendimiento de la canal de pollos de engorda empleado un programa de alimentación modificado a dos fases con dietas Isoproteicas e Isoenergética y sometidas a restricción cuantitativa de alimento. *Tesis de licenciatura*.

Suárez García, L. F. (2004). Efecto de restricción alimenticia sobre el comportamiento productivo de pollos de engorda. *Revista Agraria*.

Summers, J., Sparrt, D., & Atkinson., J. (1990). Restricted feeding and compensatory growth for broilers. *U.S.A. Poultry Sci.* 69:.

## 7. ANEXOS

Anexo 1. Resumen de total de ingresos por kilogramo de pollo en pie (HNL/ Galpón de 2500 pollos) de programa de ayuno en pollos de engorde Cobb500, Zamorano 2016.

	peso kg/ave	precio kg pollo en campo	cantidad pollos	total
T3	1,9645	48.51	2500	238,217
T1	1.9593	48.51	2500	237,580
T2	1.8927	48.51	2500	229,508
T4	1.8768	48.51	2500	227,581

Anexo 2. Resumen de total costos de alimentación (HNL/ Galpón de 2500 pollos), de programas de ayuno en pollos de engorde Cobb500, Zamorano 2016.

	consumo kg/ave	precio kg concentrado	cantidad pollos	total
T1	2.6414	8.73	2500	57,215
T2	2.5463	8.73	2500	55,575
T3	2.6210	8.73	2500	57,205
T4	2.4940	8.73	2500	54,435

Anexo 3. Resumen de total costos mano de obra (HNL/ Galpón de 2500 pollos) de programa de ayuno en pollos de engorde Cobb500, Zamorano 2016.

	Horas	HNL/hora	días	rutina diaria	total
T1	12	23.67	24	3029.76	9846.72
T2	6	23.67	24	3029.76	6438.24
T3	12	23.67	24	3029.76	9846.72
T4	8	23.67	24	3029.76	7574.40

Anexo 4. Sintaxis de variables de análisis de varianza de diferentes horarios de restricción de alimento de la línea Cobb500 para consumo acumulado, Zamorano 2016.

	<b>gl</b>	<b>Tipo SS</b>	<b>Media Cuadrática</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Bloque</b>	13	1799520.9	138424.7	57.97	<.0001
<b>SEMANA</b>	4	235270298	58817574	24630.4	<.0001
<b>TRT</b>	3	183567.1	61189	25.62	<.0001
<b>Bloque*SEMANA</b>	52	2165540.2	41645	17.44	<.0001
<b>SEMANA*TRT</b>	12	113284.3	9440.4	3.95	<.0001
<b>Bloque*TRT</b>	39	716938.5	18383	7.7	<.0001

Anexo 5. Sintaxis de variables de análisis de varianza de diferentes horarios de restricción de alimento de la línea Cobb500 para peso promedio por ave, Zamorano 2016.

	<b>gl</b>	<b>Tipo SS</b>	<b>Media Cuadrática</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Bloque</b>	13	122398.2	9415.2	9.37	<.0001
<b>SEMANA</b>	4	124132911	31033228	30872.4	<.0001
<b>TRT</b>	3	101747.7	33915.9	33.74	<.0001
<b>Bloque*SEMANA</b>	52	129847.6	2497.1	2.48	<.0001
<b>SEMANA*TRT</b>	12	54443.3	4536.9	4.51	<.0001
<b>Bloque*TRT</b>	39	63870.6	1637.7	1.63	0.0195