

¿Cómo determinar la eficiencia económica en el sistema de producción de pollo de engorda?

How to determine the economic efficiency in the system of broiler production?

Arturo Alonso Pesado¹

Diana Yessica Hernández Castelan²

Valentín Efrén Espinosa Ortiz³

Gretel Iliana Gil González⁴

Fecha de recepción: 17 de mayo de 2019

Fecha de aceptación: 31 de mayo de 2019

Resumen

El estudio hizo un análisis técnico y económico de la relación alimento-peso del pollo (insumo-producto) para determinar la cantidad de alimento y peso del pollo que determinan la eficiencia económica en una empresa productora de carne de pollo de engorda, ubicada en el estado de Jalisco. Se recopiló información de los registros del consumo de alimento y peso individual promedios acumulados por semana en un ciclo de 59 días. y 7 parvadas al año. se ajustó a un modelo de regresión polinomial; obteniendo la función cuadrática: $Y = 0.050 + 0.738x - 0.024x^2$. Con esta información se realizó el análisis técnico y económico de la relación alimento-peso del pollo (insumo-producto). El peso máximo estimado fue de 5.6 kg de carne de pollo, al suministrar 15.163 kg. de alimento, *en el supuesto de que la etapa de producción dure 49 días*; la producción presenta rendimientos decrecientes desde su inicio, el Producto Físico Promedio (PFP) y el Producto Físico Marginal (PFMg) disminuyen al añadir unidades sucesivas de alimento. El costo de producción más bajo (CMgx = CP) se observa al aplicar 6.000 kg. de alimento y alcanza el pollo un peso de 3.614 kg., este costo promedio fue de \$17.42 siendo casi igual el Costo Marginal (\$17.16), la utilidad que da es de \$67.15 por pollo. El Máximo Beneficio Económico (MBE) se obtiene cuando el ave ha consumido 11.254 kg. de concentrado, alcanzando un peso de 5.136 kg, siendo la máxima utilidad de \$86.04, y se da porque es cuando el CMgX es igual al VPFMg o bien el CMg (\$36.00) es igual al YMg (\$36.00), siendo esta la mayor utilidad de cualquier otro nivel de alimento consumido o peso alcanzado. Se utilizó el supuesto de que si el ciclo económico dura 57.5 días, al año se tendrán 5.8 ciclos con una utilidad anual de \$392.13) por pollo, siendo mayor que en el nivel donde se obtiene el MBE. Esto se debe a que el ciclo

1 Departamento de Economía, Administración y Desarrollo Rural, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Correo: alonsopesado@hotmail.com

2 Especialidad en producción animal: Aves. FMVZ-UNAM

3 Departamento de Economía, Administración y Desarrollo Rural, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.

4 Departamento de Economía, Administración y Desarrollo Rural, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.

económico se estima que tiene una duración de 98 días, lo que al año solo habrá 3.7 ciclos dando como resultado una utilidad menor, que fue de \$320.44

Palabras clave: Costo de producción, Máximo beneficio económico, relación insumo-producto, Precio Marginal, Costo Marginal

Abstract

The study made a technical and economic analysis of the food-weight relationship of the chicken (input-product) to determine the amount of food and weight of the chicken that determine the economic efficiency in a company that produces broiler meat, located in the Jalisco state. Information was collected from the records of food consumption and individual weight averages accumulated per week in a 59-day cycle. and 7 flocks per year. was adjusted to a polynomial regression model; obtaining the quadratic function: $Y = 0.050 + 0.738x - 0.024x^2$. With this information, the technical and economic analysis of the food-weight relationship of the chicken (input-product) was carried out. The maximum estimated weight was 5.6 kg of chicken meat, when it supplied 15,163 kg. of food, assuming that the production stage lasts 49 days; the production presents diminishing returns from its beginning, the Average Physical Product (PPF) and the Marginal Physical Product (PFMg) decrease when adding successive units of food. The lowest production cost ($CMg_x = CP$) is observed when applying 6,000 kg. of food and the chicken reaches a weight of 3,614 kg., this average cost was \$ 17.42, almost equal to the Marginal Cost (\$ 17.16), the utility is \$ 67.15 per chicken. The Maximum Economic Benefit (MBE) is obtained when the bird has consumed 11,254 kg. of concentrate, reaching a weight of 5,136 kg, with the maximum profit of \$ 86.04, and why CMg_x is equal to the $MMFG$ or CMg (\$ 36.00) is equal to YMg (\$ 36.00), this being the greatest utility of any other level of food

consumed or weight reached. The assumption was made that if the economic cycle lasts 57.5 days, the year will have 5.8 cycles with an annual profit of \$ 392.13) per chicken, being higher than at the level where the MBE is obtained. This is due to the fact that the economic cycle is estimated to last 98 days, which in a year will only be 3.7 cycles resulting in a lower profit, which was \$ 320.44

Keywords: Cost of production, Maximum economic benefit, Input-output ratio, Marginal Price, Marginal Cost

Introducción

Toda organización que elabora un producto para la venta tiene como incentivo obtener ganancias o beneficios económicos uno de los tres *objetivos básicos* de un negocio; además del *objetivo técnico* y del *objetivo social*. El *objetivo técnico* es ofrecer un producto de calidad al utilizar procesos productivos eficientes y eficaces, el *objetivo social* de una empresa es la generación de empleo, tanto directo como en forma indirecta; a la vez aportan impuestos para el desarrollo del país, colaboran en el desarrollo de sus empleados, entre otros aspectos sociales (Alonso Pesado, y otros, 2016).

La mercadotecnia, las finanzas, y la producción son tres áreas funcionales de la empresa que deben coordinarse con mucho cuidado con el fin de que ésta opere con eficiencia. La mercadotecnia actúa como mediador con el mundo exterior, elige la forma en la que se presentan los productos al consumidor y explora hacia dónde se dirigen las preferencias de éstos. Las finanzas son responsables de encontrar fuentes de financiamiento externo y administran el capital dentro de la compañía. La producción se encarga de convertir las materias primas en productos o de proporcionar un conjunto específico de servicios (Nahmias, 2007).

La teoría de la producción, parte del estudio de la teoría económica, experimenta la forma en que

se pueden combinar los factores productivos de una forma eficiente para la obtención de productos. Estos productos pueden ser destinados al consumo final o utilizados en otro proceso productivo como insumos.

Ahora bien, hay dos conceptos de eficiencia en la producción: la tecnológica y la económica (O'Sullivan, 2004). La eficiencia técnica o tecnológica mide la utilización de insumos en términos físicos; la eficiencia económica mide su utilización en términos de costo (Astudillo Moya, 2012).

Los economistas suponen que las empresas eligen el nivel de producción que maximiza los beneficios, tomando decisiones de modo que sus beneficios sean lo más cuantiosos posible. Algunos economistas y ejecutivos ponen en cuestión este supuesto. (Graue Russek, 2009). Pero otros sostienen que el fin de una empresa es maximizar los beneficios, *lo cual es igual a los ingresos totales menos el costo total* (Cuida tu dinero, 2019).

Es importante el poder determinar un nivel de producción e insumo variable que genere el máximo beneficio económico (máxima ganancia o mínima pérdida). Esto significa, no sólo prestar atención a los costos marginales, sino también a los ingresos marginales como consecuencia de un aumento en la producción (Alonso Pesado, y otros, 2007).

Para maximizar los beneficios, la empresa elige el mejor nivel de producción. Un cambio del nivel de producción afecta tanto a los costos de producción como a los ingresos generados por las ventas. Las condiciones de costos y de demanda determinan conjuntamente la elección del nivel de producción de una empresa maximizadora de los beneficios (Begg, Fischer, Dornbusch, & Fernández Díaz, 2006).

Maximizar los beneficios no es lo mismo que maximizar el ingreso. Supongamos que vendiendo 100 kilos de carne de ave más a la semana la empresa podría obtener \$3,600.00, pero le costaría \$3,800.00 producirlas. La producción de estos últimos kilos de carne es cara y genera poco ingreso

adicional. Es más rentable producir menos (Begg, Fischer, Dornbusch, & Fernández Díaz, 2006). Bajo esta teoría, siempre y cuando los ingresos marginales excedan el costo marginal, la producción en aumento incrementará las ganancias (Cuida tu dinero, 2019).

En párrafos anteriores se mencionó que la teoría de la producción analiza cómo se utilizan los insumos para obtener una producción en forma eficiente, el modelo teórico más elemental de análisis de producción y la que proporciona la base para consideraciones más complejas en la toma de decisiones en la producción, es la relación de *factor - único/producto: relación física de producción insumo-producto*, y uno de sus propósitos es el determinar el nivel de insumo variable, en nuestro caso el alimento, que indique el punto del *Máximo Beneficios Económico* (Mayor Ganancia o Mínima Pérdida).

Este tipo de función de producción puede ser expresada mediante la ecuación:

$$PT. = f(X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_n)$$

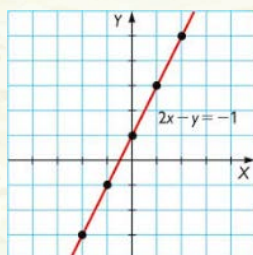
Dónde: PT es la Producción.

$X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_n$ Son insumos (Alimento, Pollito, Trabajo, Maquinaria, Otras Materias Primas, etc.) y $f()$ es la notación matemática para "Es función de", es decir "Se relaciona con" o "Depende de".

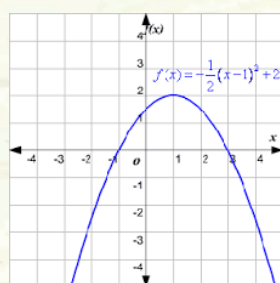
Debido a que se permite que varíe un solo factor (todos los que se encuentran a la derecha de la diagonal se mantienen constantes), se pueden trazar los valores de esta función en un cuadro o tabla y en un gráfico bidimensional.

También se puede describir el modelo teórico de esta relación con una función de polinomio de la forma:

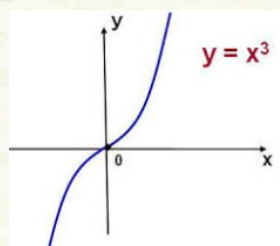
Lineal: $PT = a + bX$



Cuadrática: $PT = a + bX + cX^2$



Cúbica: $PT = a + bX + cX^2 + dX^3$



El modelo a utilizar para realizar un ajuste de regresión dependerá de los datos observados.

La relación física de producción, insumo-producto, estriba en la "*Ley de los Rendimientos Decrecientes*" o "*Ley de las Proporciones Variables*", que se señala que si se añaden unidades sucesivas de un factor o insumo variable, a un conjunto constante de factores o insumos fijos, finalmente se alcanza un punto en el que declina o reduce el aumento de la producción por unidad adicional de insumo (Pindyck y Rubinfeld, 2009).

1. Para que existan los rendimientos decrecientes, uno o más insumos fijos deberán utilizarse dentro del proceso de producción además del insumo variable. En nuestro modelo el pollo, las depreciaciones de activos fijos, la mano de obra entre otros actúan como insumos fijos, ya que las cantidades utilizadas en el modelo utilizado el supuesto es que las cantidades usadas no cambian.

2. La definición no descarta la posibilidad que los rendimientos decrecientes empiecen desde la primera unidad de insumo de producción.

Revisión de Literatura

Trabajos sobre este tema en particular hay muy pocos y solo se han llevado a cabo como investigaciones para titulación a nivel de la licenciatura, tenemos las siguientes investigaciones: "Determinación tabular del máximo beneficio económico, de una empresa productora de carne de ave" (Zorrilla Martínez, 1990); "Determinación del máximo beneficio económico, en una empresa criadora de aves de 15, 20 y 30 días de edad" (Chávez Arellano, 1990); "Diagnóstico del máximo beneficio económico (relación: alimento-carne) en una empresa productora de pollo de engorda" (Sánchez Vargas, 1990); "Determinación del máximo beneficio económico de un establo lechero en hidalgo" (Gutiérrez González, 1991); "Determinación del máximo beneficio económico (relación insumo-producto) en el rancho cuatro milpas" (Zaragoza Contreras, 1991); y "Determinación del máximo beneficio económico en una empresa productora de carne de cerdo" (Escobar Sosa, 1992) (Alonso Pesado, y otros, 2007).

La producción de pollo de engorda, actualmente en la mayoría de los países se producen parvadas de solo machos y solo hembras, el ciclo de producción en promedio para ambos son de 49 días, aunque en ocasiones cuando el pollo se destinada a la indus-

trialización o para pollo rostizado, generalmente son hembras, de menor edad y menor pesaje.

En el documento “suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde Cobb500” registran un consumo de concentrado de 4,499 gramos y un peso vivo de 2,671 gramos, alcanzando un índice de conversión de 1,684 gramos en 49 días. Parvadas mixtas (hembras y machos) se obtienen pollos con un peso vivo de 3,506 gramos, consumiendo 6,379 gramos de concentrado, siendo su conversión alimenticia de 1,819 gramos en los mismos 49 días; las parvadas de machos que su ciclo es igual, el consumo de alimento es de 6,836 gramos alcanzando un peso vivo de 3,786 gramos, siendo la conversión alimenticia de 1,805 gramos; mientras que la engorda en ciclos de 49 días en parvadas de solo hembras el índice de conversión es de 1,841 gramos, alcanzando un peso vivo de 3,226 gramos y un consumo de concentrado de 5,938 gramos (Cobb500, 2015).

Planteamiento del Problema

Hoy en día las empresas buscan optimizar los recursos que invierten en ella, buscando cada día más ganancias o utilidades, ante mercados competitivos. Como se ha mencionado buscan el nivel de producto a vender que les de la mayor ganancia. Entre los productores, técnicos y profesionales especialistas de la empresa tienen dos preceptos erróneos, uno de ellos es que piensan que producir y/o vender más con la misma capacidad física del negocio se obtendrán más ganancias, lo que es falso, debido a que hay rendimientos decrecientes y por lo tanto los costos tenderán a ser crecientes obteniendo menores utilidades y el segundo se comenta que al tener un costo de producción más bajo, es el nivel de producción que nos determinará la mayor utilidad, no necesariamente se presenta esta situación, esto dependerá del precio de venta del producto que se ofrece.

Por lo general en la empresa avícola productora de huevo para plato o pollo de engorda, en sus “buenas prácticas de manejo”, una de las actividades que diariamente realiza es la de registrar información de índole productivo para recabar registros que al procesarlos y analizarlos nos reflejan la productividad de la granja, una de estas actividades es la referente al registro del consumo del alimento de las aves; el alimento es el insumo que representa entre el 60% al 70% del costo de producción. La información que se compila (promedio por ave) es consumió de alimento semanal, consumo de alimento acumulado, índice de conversión, peso de ave, ganancia de peso, ganancia de peso acumulado, mortalidad, mortalidad acumulada, entre otros. Al trabajar sobre ellos van a dar origen a indicadores productivos que nos reflejan la eficiencia productiva de la parvada que sirve para la toma de decisiones. A esta información, al incluirse los precios del alimento (precio del insumo) y el precio de la carne de pollo (precio del producto) se puede realizar el análisis económico para la toma de decisiones en la planeación y control de la empresa. Lamentablemente dentro de estas “buenas prácticas de manejo” no se realiza el análisis económico para determinar la eficiencia económica.

El ciclo de engorda del pollo, en general comprende de una etapa de producción y otra etapa de preparación. La etapa de producción tiene una duración promedio de 49 días y la etapa de preparación de 10 días en promedio; como resultado la duración de la engorda es de 59 días a la que le llamaremos ciclo “económico”. Por lo tanto, al año se tendrán en promedio 6.2 ciclos ($365/59= 6.186$).

En una empresa de engorda de pollo, ubicada en el estado de Jalisco, México, con información del año 2018 se evaluó la eficiencia productiva y la eficiencia económica utilizando como modelo la cantidad de alimento consumido por ave en promedio (insumo variable) y el peso promedio en la engorda (producto) en un ciclo económico de 59 días (49 días etapa de producción y 10 días de preparación).

La información sobre el alimento consumido acumulado y el peso promedio por ave de las 7 parvadas que se produjeron en dicha granja en el 2018. resumen en el cuadro 1.

Cuadro 1. Relación consumo acumulado de alimento – peso promedio por animal

Edad de los pollos (días)	Consumo acumulado de alimento por animal (kg)	Peso mixto (hembra y macho) promedio por animal (kg)
0	0.000	0.043
7	0.157	0.166
14	0.499	0.392
21	1.057	0.811
28	1.868	1.396
35	2.954	2.016
42	4.201	2.659
49	5.163	3.260

La información anterior junto con el desglose del consumo acumulado de alimento promedio por ave (cuadro 2) y el peso promedio por animal (macho y hembra) nos muestra la relación insumo-producto (alimento acumulado consumido promedio por ave - kilogramos de carne promedio por ave). Resultado de todas las parvadas, pollo mixto (hembras y machos).

Cuadro 2. Consumo de alimento acumulado en las parvadas engordadas en la granja durante el 2018

Tipo alimento (fase)	Edad	Parvada 1	Parvada 2	Parvada 3	Parvada 4	Parvada 5	Parvada 6	Parvada 7
		Consumo acumulado (kg)						
Preiniciador	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Preiniciador	7	0.149	0.168	0.162	0.156	0.154	0.153	0.159
Iniciador	14	0.501	0.502	0.512	0.514	0.496	0.4663	0.502
Crecimiento	21	1.094	1.063	1.087	1.053	1.047	0.992	1.067
Crecimiento	28	1.911	1.883	1.904	1.887	1.862	1.737	1.895
Finalizador 1	35	3.021	3.014	3.013	2.979	2.956	2.740	2.956
Finalizador 1	42	4.182	4.309	4.318	4.210	4.177	3.980	4.230
Finalizador 2	49	-	5.561	5.413	5.003	4.912	5.255	4.835

Cuadro 3. Peso promedio por animal en las parvadas engordas en 2018 en la granja

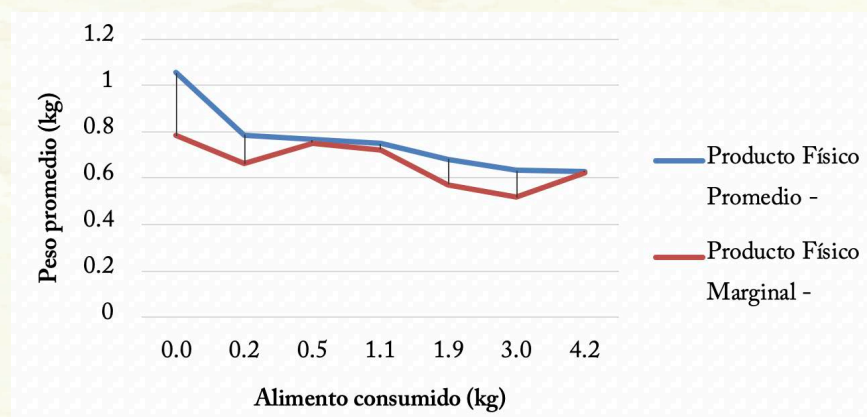
Edad	Parvada 1		Parvada 2		Parvada 3		Parvada 4		Parvada 5		Parvada 6		Parvada 7	
	Peso promedio/ animal (kg)													
	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra
0	0.043	0.047	0.041	0.04	0.05	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	-	0.043	0.04	0.04
7	0.175	0.158	0.176	0.2	0.17	0.161	0.173	0.16	0.170	0.165	-	0.157	0.170	0.158
14	0.397	0.382	0.398	0.385	0.4	0.382	0.404	0.388	0.402	0.38	-	0.384	0.403	0.389
21	0.876	0.758	0.876	0.76	0.861	0.751	0.865	0.767	0.866	0.782	-	0.759	0.869	0.754
28	1.552	1.258	1.531	1.281	1.548	1.289	1.518	1.333	1.523	1.27	-	1.268	1.512	1.267
35	2.232	1.856	2.235	1.829	2.251	1.923	2.12	1.976	2.197	1.883	-	1.875	2.066	1.767
42	2.839	2.341	2.848	2.416	2.955	2.568	2.809	2.609	2.928	2.426	-	2.452	2.85	2.531
49	-	-	3.517	2.866	3.664	3.016	3.398	3.658	3.658	-	-	2.99	3.422	2.99

Es importante saber que el comportamiento que presenta la producción, en nuestro caso, el peso de pollo aumenta, al ir añadiendo diariamente cantidades de alimento. Para ello es necesario calcular los parámetros técnicos (Producto Físico Promedio (PFP), Índice de Conversión del Alimento (I/C) y el Producto Físico Marginal (PFMg), como se observa en el cuadro 4, el PFP y el PFMg. sus valores decrecen, lo que indica que la producción presenta rendimientos decrecientes, desde su inicio hasta salir a mercado. En la figura 1, se aprecia que en toda la engorda el producto físico marginal decrece y es menor al producto físico promedio que también decrece. Este comportamiento va a determinar que el costo variable promedio se incrementara día a día, hay un efecto directo entre rendimientos decrecientes y costos crecientes en la producción, básicamente los costos variables ya que dependen de la producción.

Cuadro 4. Producto físico promedio y marginal e índice de conversión en las parvadas engordadas en la granja en 2018

Consumo acumulado de alimento por pollo (kg)	Peso promedio por pollo (kg)	Producto Físico Promedio	Índice de Conversión	Producto Físico Marginal
0.000	0.043	-	0.000	-
0.157	0.166	1.056	0.947	0.783
0.499	0.392	0.786	1.273	0.661
1.057	0.811	0.767	1.304	0.750
1.868	1.396	0.747	1.338	0.721
2.954	2.016	0.683	1.465	0.571
4.201	2.659	0.633	1.580	0.516
5.163	3.260	0.631	1.584	0.625

Figura 1. Producto físico promedio y marginal de las parvadas engordadas en la granja en 2018



En cuanto a los parámetros económicos, se puede observar en el cuadro 5 que la cantidad de alimento consumido por ave de 5.163 kg. en promedio a un precio por kg. de \$8.06, alcanzando un peso de 3.260 kg, vendiéndose a \$36.00 el kg. la empresa tiene ganancias, pero no la máxima ganancia, si comparamos el costo marginal del insumo (CM_{gx}) con el valor del producto físico marginal (VPFM_g), este último (VP-FM_g) sigue siendo mayor lo que indica que se puede suministrar más alimento, obteniendo pollos con más peso incrementando la utilidad, el máximo beneficio económico lo obtendremos cuando se igualen estos.

Los principios económicos que señala el punto del “*máximo beneficio económico*”, dependerá de la teoría microeconómica que se utilice, en la teoría de la producción se presenta cuando el Costo Marginal del Insumo es igual al Valor del Producto Física Marginal (CM_{gx}=VPFM_g) o cuando el Cociente Entre Precios (C/P) es igual al Producto Físico Marginal (P_x/P_y = PFM_g.) y en la teoría de costos se da cuando el Costo Marginal es igual al Ingreso Marginal (CM_g. = YM_g.).

Cuadro 5. Costos de producción y utilidad o pérdida promedio por pollo en la granja en 2018

Consumo acumulado alimento (kg)	Peso promedio por pollo (kg)	Costo fijo total (CFT)	Costo variable total (CVT)	Costo total (CT)	Valor del producto físico total (VPFT)	Utilidad o pérdida (U/P)	Costo marginal del insumo (CM _{gx})	Valor del producto físico marginal (VPFM _g)
0.000	0.043	\$ 14.57	\$ -	\$ 14.57	\$ 1.54	-\$ 13.03	-	-
0.157	0.166	\$ 14.57	\$ 1.27	\$ 15.84	\$ 5.98	-\$ 9.86	\$ 8.06	\$ 28.20
0.499	0.392	\$ 14.57	\$ 4.02	\$ 18.59	\$ 14.11	-\$ 4.48	\$ 8.06	\$ 23.81
1.057	0.811	\$ 14.57	\$ 8.52	\$ 23.09	\$ 29.20	\$ 6.11	\$ 8.06	\$ 27.01
1.868	1.396	\$ 14.57	\$ 15.06	\$ 29.63	\$ 50.26	\$ 20.63	\$ 8.06	\$ 25.97
2.954	2.016	\$ 14.57	\$ 23.81	\$ 38.38	\$ 72.58	\$ 34.20	\$ 8.06	\$ 20.56
4.201	2.659	\$ 14.57	\$ 33.86	\$ 48.43	\$ 95.74	\$ 47.31	\$ 8.06	\$ 18.57
5.163	3.260	\$ 14.57	\$ 41.61	\$ 56.18	\$117.37	\$ 61.19	\$ 8.06	\$ 22.48

Se considera en el modelo que los costos de los demás recursos que se utilizaron en todo el ciclo económico (pollo, depreciaciones, mano de obra, combustibles, medicamentos, entre otros insumos), son los Costos Fijos Totales (CFT). El supuesto es que se aplica que desde que inicia la engorda hasta que sale al mercado el pollo, el costo fijo total es el mismo, de conformidad a la “*ley de los rendimientos decrecientes*”.

Se puede apreciar en el cuadro 5 que el costo marginal del insumo es de \$8.06, mientras que el valor del producto físico marginal es de \$22,48; la diferencia entre el CMg. y el VPFMg es muy amplia, El óptimo se obtendrá cuando el VPFMg. sea de \$8.06.

Es importante señalar que el modelo teórico utilizado maneja el supuesto de que en el mismo tiempo (49 días) que dura la engorda se podrá suministrar más alimento obteniendo pollos con un peso mayor donde se alcanzaría el punto de la máxima utilidad, supongamos que puedan consumir lo doble de alimento y alcanzar el doble de peso, esto técnicamente es inviable pero en la práctica al planear se podría tomar la decisión de alargar el ciclo para que técnicamente sea viable y así se obtendría el máximo beneficio económico en el ciclo.

Las interrogantes que puede formular la empresa a esta problemática, cuando realice su planeación es. ¿Cómo se puede saber la cantidad de alimento a suministrar por pollo que dé los kilogramos donde se obtiene el máximo beneficio económico? ¿Habrá un método que me ayude para resolver este problema? La respuesta está en que sí, se puede realizar un ajuste de la función de producción que represente el comportamiento de los datos observado. Un procedimiento es por medio de mínimos cuadrados al realizar la regresión polinomial de los datos conseguidos en los registros de la empresa.

Método

El estudio se realizó en una granja de pollo de engorda en el estado de Jalisco. La información se obtuvo mediante la recopilación de los registros consumo acumulado y peso promedio por animal en la granja en noviembre de 2018. Los datos se promediaron por semana en un ciclo de 59 días (10 días de preparación y 49 de producción, 8.43 semanas) de las 7 parvadas que se produjeron durante el 2018. La mortalidad total fue de 7.62%.

Para estimar la cantidad de alimento (insumo variable) que da el máximo beneficio económico, así como los kilogramos de carne por pollo promedio, se llevó a cabo una regresión polinomial ajustada a una función cuadrática utilizando el software estadístico IBM SPSS Statistics 19. Los datos utilizados para realizar la regresión se muestran en el cuadro 6 y figura 2.

Cuadro 6. Datos para obtener la regresión polinomial ajustada

Consumo acumulado de alimento por animal (kg)	Peso mixto (hembra y macho) promedio por animal (kg)
0.000	0.043
0.157	0.166
0.499	0.392
1.057	0.811
1.868	1.396
2.954	2.016
4.201	2.659
5.163	3.260

Con la función polinomial ajustada se puede estimar infinitos valores del peso del ave al suministrar determinada cantidad de alimento. De la función cuadrática que se obtuvo, la variable de-

pendiente identificada como “Y” representa los kilogramos de carne del pollo y la variable independiente identificada como “x” es la cantidad de alimento suministrado.

En la función ajustada se sustituyeron los valores de las cantidades de alimento que se usaron en la regresión y después arbitrariamente se dieron valores para obtener la estimación del peso promedio por pollo.

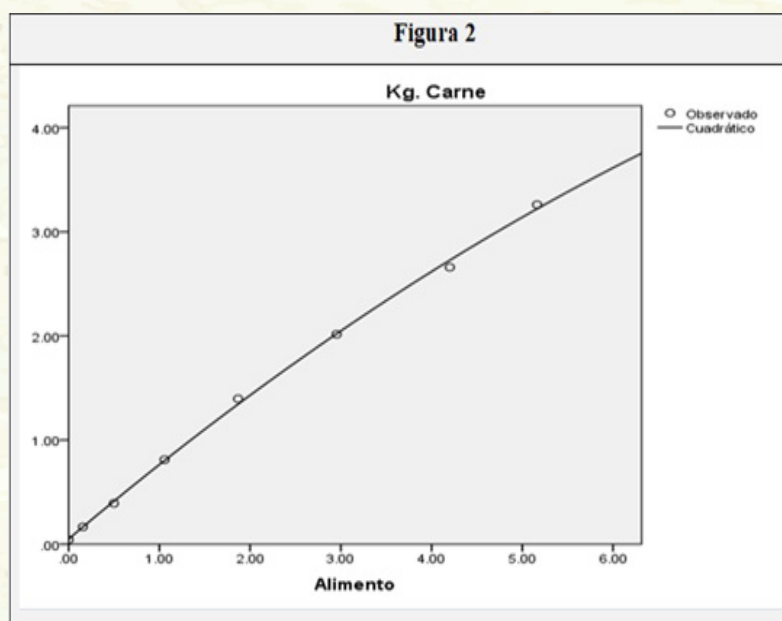


Figura 2. Datos para la obtención de la regresión polinomial ajustada

Con los datos calculados de la función ajustada se elaboraron los cálculos necesarios que se esquematizaran en cuadros y figuras para distinguir la eficiencia técnica y la eficiencia económica. Los parámetros productivos a calculados fueron el Producto Físico Promedio (PFP) que se obtiene al dividir el peso del pollo (PFT) entre alimento consumido (X) ($PFP = PFT/X$), el Índice de conversión alimenticia (I/C) que se calcula al dividir el alimento consumido (X) entre el peso del pollo (PFT) ($I/C = X/PFT$), como se percibe es el inverso del PFP y el Producto Físico Marginal (PFMg) que se calcula al medir la diferencia del cambio de Peso del Ave (ΔPFT) entre el cambio del alimento consumido (ΔX) ($\Delta PFT / \Delta X$).

Posteriormente, se determinó la eficiencia económica; la interrogante a resolver fue: ¿qué cantidad de alimento deberá consumir y que peso debe-

rá alcanzar en promedio un pollo que especifique el punto del máximo beneficio económico? Para ello hay que incluir en el modelo los precios, tanto del alimento (\$8.06/kg) y de la carne de pollo (precio por kg en pie \$36.00), con ellos se realizaron los cálculos correspondientes de los costos totales (CT) (fijos y variables) y promedio (CP, CVP, CFP), así como el valor del producto físico total (VPFT) (o ingresos totales) (YT) y la diferencia del VPFT y del CT para calcular la utilidad o pérdida. Se identificó el nivel de alimento consumido cuando el Costo Marginal del Insumo (Precio del Insumo) es igual al Valor del Producto Física Marginal ($P_y * P\text{-FMg}$) o cuando el Cociente de Precios (que es la división del precio del insumo (P_x) y el precio del Producto (P_y)) (P_x/P_y) es igual al PFMg. o también identificar el nivel de producción, peso del pollo, cuando el Costo Marginal (lo que me cuesta

producir un kilo de carne de más) CMg. es igual al Ingreso Marginal (ingreso adicional por kilo vendido = precio del producto) (YMg.) señalando el Máximo Beneficio Económico (MBE). Por igual se identificó el costo de producción más bajo, que se da cuando el Costo Marginal (CMg.) es igual al Costo Promedio (CP) (CMg. = CP).

Además, se comparó la utilidad anual en un ciclo económico convencional de 59 días (49 de producción y 10 de preparación) ante la utilidad anual que se obtendría en ciclos económicos de 98 días (88 días la etapa de producción y 10 días de preparación), donde supuestamente se obtendría el máximo beneficio económico en un ciclo.

Resultados

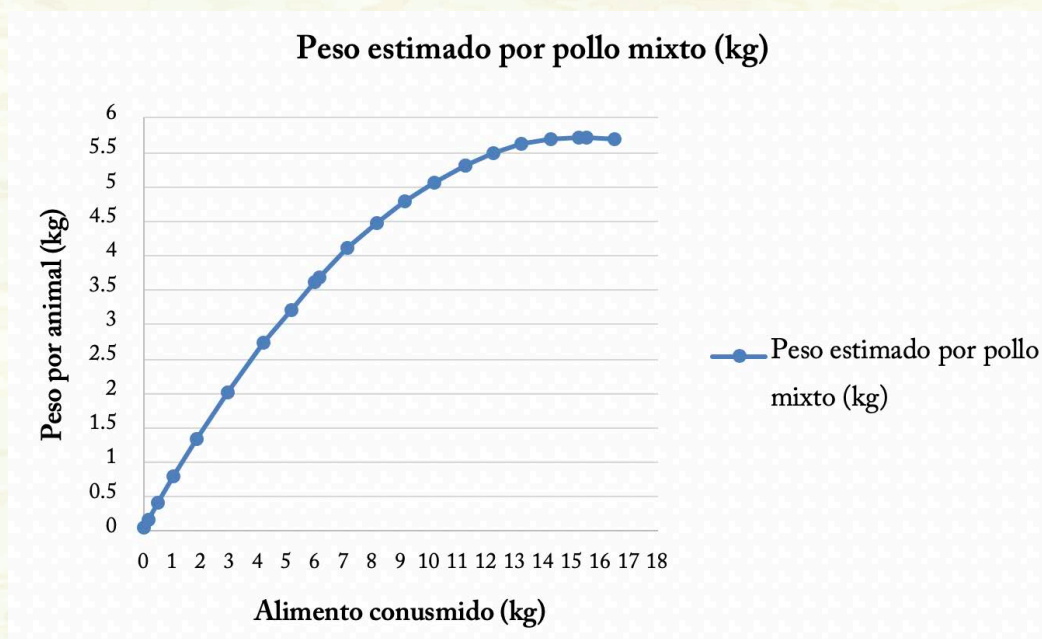
La información computada del modelo ajustado polinomial $Y = 0.050 + 0.738x - 0.024x^2$, con un coeficiente de regresión de (r^2) 0.999 y un error estándar de la estimación de 0.043 dio como resultado la estimación del peso de pollo hasta alcanzar su máximo peso (Cuadro 7 y Figura 3) En cuanto a la eficiencia técnica se observa que el PFT aumenta, mientras que el PFP y PFM decrecen al añadir cantidades adicionales de alimento, así mismo el Índice de Conversión del Alimento va en aumento, comportamientos normales, apegados a la “Ley de los rendimientos decrecientes”

Cuadro 7. Función polinomial ajustada del consumo de alimento acumulado por animal y el peso promedio por pollo en la granja en el 2018

Edad en días	Alimento acumulado consumido (kg)	Peso estimado por pollo mixto (kg)	Producto fisico promedio	Índice de conversión alimenticia	Producto físico marginal
0	0.000	0.050	-	0.000	-
7	0.157	0.165	1.051	0.952	0.732
14	0.499	0.412	0.826	1.211	0.722
21	1.057	0.803	0.760	1.316	0.701
28	1.868	1.345	0.720	1.389	0.668
35	2.954	2.021	0.684	1.462	0.622
42	4.201	2.727	0.649	1.541	0.566
49	5.163	3.221	0.624	1.603	0.514
52.5	6.000	3.614	0.602	1.660	0.470
56	6.163	3.687	0.598	1.672	0.448
63	7.163	4.105	0.573	1.745	0.418
70	8.163	4.475	0.548	1.824	0.370
77	9.163	4.797	0.524	1.910	0.322
84	10.163	5.071	0.499	2.004	0.274
88	11.254	5.316	0.472	2.117	0.224
91	11.255	5.316	0.472	2.117	0.000
98	12.255	5.49	0.448	2.232	0.174

105	13.255	5.616	0.424	2.360	0.126
112	14.255	5.693	0.399	2.504	0.077
119	15.255	5.723	0.375	2.666	0.030
123.5	15.500	5.723	0.369	2.708	0.000
126	16.500	5.693	0.345	2.898	-0.030

Figura 3. Función polinomial ajustada del consumo de alimento acumulado por animal y el peso promedio por pollo en la granja en el 2018



El peso máximo estimado fue de 5.723 kg de carne de pollo, al suministrar 15.500 kg. de alimento. Los indicadores productivos como Producto Físico Promedio (PFP) y Producto Físico Marginal (PFMg) disminuyen conforme se suministra más alimento y el peso del pollo aumenta; así mismo, el Índice de Conversión del Alimento (I/C) aumenta, es decir, necesita consumir más alimento para aumentar su peso, esto indica que hay rendimientos decrecientes en la producción, por lo que la eficiencia productiva disminuye al seguir suministrado alimento. (Cuadro 7) Al suministrar 16.500 kg. de concentrado alcanza un peso estimado de 5.693 kg menor, que al añadir 15,500 kg. de alimento, pre-

sentando un producto físico marginal negativo, no hay rendimiento, hay decremento en la producción.

El los cuadros 8 y 9 se puede observar el comportamiento de los costos totales e ingresos totales y de los costos promedio en cuanto a las cantidades de alimento y producción de carne de pollo. Se puede apreciar el nivel de alimento y peso del ave donde se obtiene el Máximo Beneficio Económico (MBE), tanto de la óptica de la teoría de la producción y de la teoría de costos. Se identifica claramente el punto del mínimo costo.

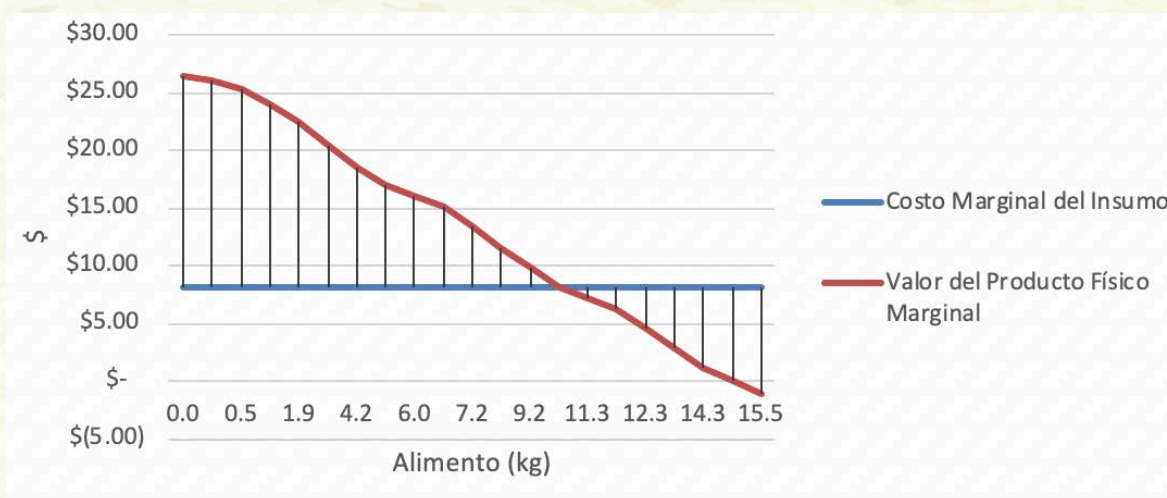
Cuadro 8. Costos totales de producción e ingresos totales con el modelo polinomial ajustado

Edad en días	Alimento acumulado consumido (kg)	Peso estimado por pollo mixto (kg)	Producto Físico Marginal	C.P	Costo Fijo Total	Costo Variable Total	Costo Total	Costo Marginal del Insumo	Valor del Producto Físico Total	Valor del Producto Físico Marginal	Utilidad/ Pérdida
0	0.000	0.050	-	0.224	\$ 14.57	\$ 0.00	\$ 14.57	-	\$ 1.80		-\$ 12.77
7	0.157	0.165	0.732	0.224	\$ 14.57	\$ 1.27	\$ 15.84	\$ 8.06	\$ 5.94	\$ 26.43	-\$ 9.90
14	0.499	0.412	0.722	0.224	\$ 14.57	\$ 4.02	\$ 18.59	\$ 8.06	\$ 14.83	\$ 26.00	-\$ 3.76
21	1.057	0.803	0.701	0.224	\$ 14.57	\$ 8.52	\$ 23.09	\$ 8.06	\$ 28.91	\$ 25.22	\$.82
28	1.868	1.345	0.668	0.224	\$ 14.57	\$ 15.07	\$ 29.64	\$ 8.06	\$ 48.42	\$ 24.04	\$ 18.78
35	2.954	2.021	0.622	0.224	\$ 14.57	\$ 23.82	\$ 38.39	\$ 8.06	\$ 72.76	\$ 22.40	\$ 34.37
42	4.201	2.727	0.566	0.224	\$ 14.57	\$ 33.88	\$ 48.45	\$ 8.06	\$ 98.17	\$ 20.39	\$ 49.72
49	5.163	3.221	0.514	0.224	\$ 14.57	\$ 41.64	\$ 56.21	\$ 8.06	\$ 115.96	\$ 18.48	\$ 59.73
52.5	6.000	3.614	0.470	0.224	\$ 14.57	\$ 48.39	\$ 62.96	\$ 8.06	\$ 130.10	\$ 16.92	\$ 67.14
56	6.163	3.687	0.448	0.224	\$ 14.57	\$ 49.70	\$ 64.27	\$ 8.06	\$ 132.73	\$ 16.06	\$ 68.46
63	7.163	4.105	0.418	0.224	\$ 14.57	\$ 57.77	\$ 72.34	\$ 8.06	\$ 147.78	\$ 5.05	\$ 75.44
70	8.163	4.475	0.370	0.224	\$ 14.57	\$ 65.83	\$ 80.40	\$ 8.06	\$ 161.10	\$ 13.33	\$ 80.70
77	9.163	4.797	0.322	0.224	\$ 14.57	\$ 73.90	\$ 88.47	\$ 8.06	\$ 172.69	\$ 11.60	\$ 84.22
84	10.163	5.071	0.274	0.224	\$ 14.57	\$ 81.96	\$ 96.53	\$ 8.06	\$ 182.56	\$ 9.87	\$ 86.03
88	11.254	5.316	0.225	0.224	\$ 14.57	\$ 90.76	\$ 105.33	\$ 8.06	\$ 191.38	\$ 8.06	\$ 86.05
91	11.255	5.316	0.000	0.224	\$ 14.57	\$ 90.77	\$ 105.34	\$ 8.06	\$ 191.38	\$ 7.12	\$ 86.04
98	12.255	5.49	0.174	0.224	\$ 14.57	\$ 98.83	\$ 113.40	\$ 8.06	\$ 197.64	\$ 6.26	\$ 84.24
105	13.255	5.616	0.126	0.224	\$ 14.57	\$ 106.90	\$ 121.47	\$ 8.06	\$ 202.18	\$ 4.53	\$ 80.71
112	14.255	5.693	0.077	0.224	\$ 14.57	\$ 114.96	\$ 129.53	\$ 8.06	\$ 204.95	\$ 2.80	\$ 75.42
119	15.255	5.723	0.030	0.224	\$ 14.57	\$ 123.03	\$ 137.60	\$ 8.06	\$ 206.03	\$ 1.07	\$ 68.43
123.5	15.500	5.723	0.000	0.224	\$ 14.57	\$ 125.00	\$ 139.57	\$ 8.06	\$ 206.03	\$ 0.00	\$ 66.46
126	16.500	5.693	-0.030	0.224	\$ 14.57	\$ 133.07	\$ 147.64	\$ 8.06	\$ 204.95	-\$ 1.08	\$ 57.31

Así tenemos que los costos fijos totales no aumentan se mantienen fijos, siendo su valor de \$14.57 por pollo desde que inicia la engorda hasta que termina; mientras que los costos variable totales y el costo total entre más cantidades de alimento aplicamos este va aumentando en forma constante debido al aumento de este alimento de uno en uno en nuestro ajuste, como consecuencia el Costo Marginal del Insumo (**CM_{gx}**) tiene un valor de \$8.06 que viene siendo el precio del Kg. de alimento. El Valor del Producto Físico Marginal (**VPM_g**) también aumenta, pero su aumento tiende a disminuir por unidad adicional del alimento. Con estos dos indicadores,

CM_gx y VPFM_g es con lo que determinamos el punto del MBE, siendo la utilidad por pollo de \$86.04 cuando son iguales el CM_gX (\$8.06) y el VPFM_g (8.06) aplicando 11.254 Kg. de alimento obteniendo un pollo con un peso de 5.316 Kg. (cuadro 8 y figura 4), en el supuesto de que alcanza este peso en 88 días. También se puede comparar el C.P. (P_x/P_y) (8.06/36.00=0.224) con el PFM_g (Δ PF_T/ Δ X) = 0.224 nos señala el mismo nivel de consumo de alimento y peso del pollo. Se observa que la producción presenta diferentes beneficios, se ve que se gana menos en la máxima producción.

Figura 4. Punto de máximo beneficio económico en el modelo polinomial ajustado



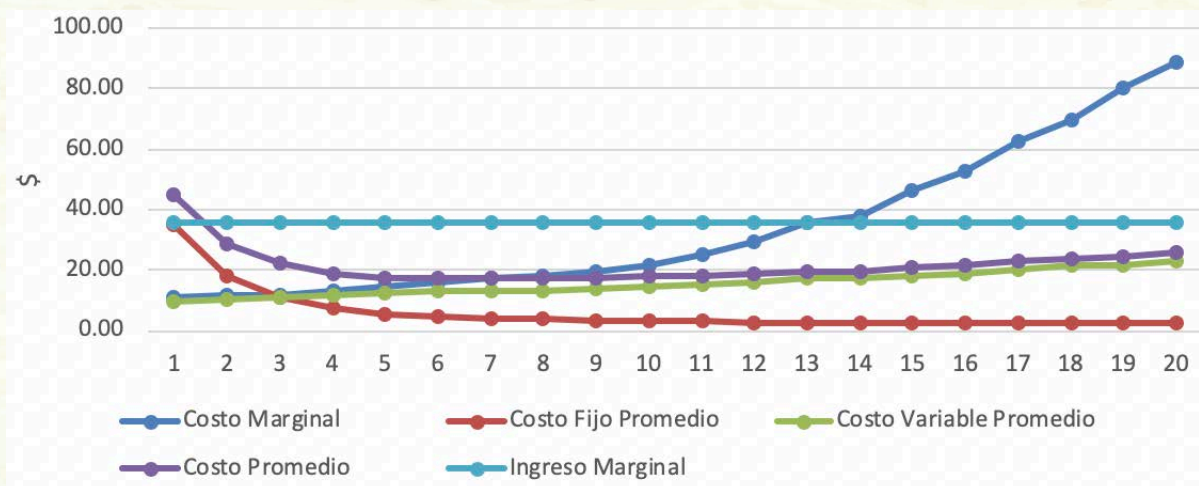
En el cuadro 9 se evalúa el comportamiento que presentan, ante la producción, los costos promedios o unitarios. El CFP al obtenerse de la división del CFT (que es un valor constante) entre los kilogramos de carne producidos (PT) va disminuyendo, mientras que el CVP tiene un comportamiento inverso, mientras que el pollo aumenta su peso este CVP va aumentando, al igual que el CM_g, debido a que los costos son crecientes porque la producción tiene rendimientos decrecientes; el costo promedio tiende a disminuir hasta llegar al costo promedio más bajo y posteriormente aumenta, la disminución es consecuencia del CFP que disminuye en un inicio en una proporción mayor al aumento del CVP, hasta llegar a una disminución menor proporcionalmente que el aumento del CVP. (Figura 5). El costo de producción más bajo se obtuvo cuando se aplicaron 6.000 kg. de alimento alcanzando un peso de 3.614 kg. siendo el costo de \$17.42 con una utilidad de \$67.15, en 52.5 días de la etapa de producción del ciclo económico. Esta utilidad es menor que en el punto del MBE (CM_g = YM_g).

Cuadro 9. Costos promedios e ingresos totales con el modelo polinomial ajustado

Edad en días	Alimento acumulado consumido (kg)	Peso estimado por pollo mixto (kg)	Costo Marginal	Costo Fijo Promedio	Costo Variable Promedio	Costo Promedio	Ingreso Total	Ingreso Marginal	Utilidad/ Pérdida
0	0.000	0.050		\$ 291.40	\$ 0.00	\$ 291.40	\$ 1.80		-\$ 12.77
7	0.157	0.165	\$ 10.98	\$ 88.30	\$ 7.70	\$ 96.00	\$ 5.94	\$ 36.00	-\$ 9.90
14	0.499	0.412	\$ 11.17	\$ 35.36	\$ 9.76	\$ 45.12	\$ 14.83	\$ 36.00	-\$ 3.76
21	1.057	0.803	\$ 11.51	\$ 18.14	\$ 10.61	\$ 28.75	\$ 28.91	\$ 36.00	\$ 5.82
28	1.868	1.345	\$ 12.08	\$ 10.83	\$ 11.20	\$ 22.04	\$ 48.42	\$ 36.00	\$ 18.78
35	2.954	2.021	\$ 12.96	\$ 7.21	\$ 11.79	\$ 19.00	\$ 72.76	\$ 36.00	\$ 34.37
42	4.201	2.727	\$ 14.24	\$ 5.34	\$ 12.42	\$ 17.77	\$ 98.17	\$ 36.00	\$ 49.72
49	5.163	3.221	\$ 15.71	\$ 4.52	\$ 12.93	\$ 17.45	\$ 115.96	\$ 36.00	\$ 59.75
52.5	6.000	3.614	\$ 17.16	\$ 4.03	\$ 13.39	\$ 17.42	\$ 130.10	\$ 36.00	\$ 67.14
56	6.163	3.687	\$ 18.08	\$ 3.95	\$ 13.48	\$ 17.43	\$ 132.73	\$ 36.00	\$ 68.46
63	7.163	4.105	\$ 19.29	\$ 3.55	\$ 14.07	\$ 17.62	\$ 147.78	\$ 36.00	\$ 75.44
70	8.163	4.475	\$ 21.79	\$ 3.26	\$ 14.71	\$ 17.97	\$ 161.10	\$ 36.00	\$ 80.70
77	9.163	4.797	\$ 25.03	\$ 3.04	\$ 15.41	\$ 18.44	\$ 172.69	\$ 36.00	\$ 84.22
84	10.163	5.071	\$ 29.41	\$ 2.87	\$ 16.16	\$ 19.04	\$ 182.56	\$ 36.00	\$ 86.03
88	11.254	5.316	\$ 36.00	\$ 2.74	\$ 17.07	\$ 19.81	\$ 191.38	\$ 36.00	\$ 86.05
91	11.255	5.316	\$ 36.01	\$ 2.74	\$ 17.07	\$ 19.82	\$ 191.38	\$ 36.00	\$ 86.04
98	12.255	5.490	\$ 46.41	\$ 2.65	\$ 18.00	\$ 20.66	\$ 197.64	\$ 36.00	\$ 84.24
105	13.255	5.616	\$ 64.13	\$ 2.59	\$ 19.03	\$ 21.63	\$ 202.18	\$ 36.00	\$ 80.71
112	14.255	5.693	\$ 103.71	\$ 2.56	\$ 20.19	\$ 22.75	\$ 204.95	\$ 36.00	\$ 75.42
119	15.255	5.723	\$ 270.99	\$ 2.55	\$ 21.50	\$ 24.04	\$ 206.03	\$ 36.00	\$ 68.43
123.5	15.500	5.723	\$ 0.00	\$ 2.55	\$ 21.84	\$ 24.39	\$ 206.03	\$ 36.00	\$ 66.46
126	16.500	5.693	-\$ 334.36	\$ 2.56	\$ 23.37	\$ 25.93	\$ 204.95	\$ 36.00	\$ 57.31

Si consideramos que el peso que alcanza el pollo cuando se obtiene el MBE es a los 88 días de la etapa de producción y 10 días de preparación entonces el ciclo económico será de 98 días, consecuentemente al año solo tendrá 3.7 ciclos siendo sus beneficios de \$320.44 por ciclos/pollo; mientras si se produjese cuando el costo medio es el más bajo, donde el ciclo económico dura 62.5 días (52.5 días de etapa de producción y 10 días de preparación) se tendrían 5.8 ciclos al año obteniéndose \$392.13 por los ciclos/pollo se tendrán más utilidades (cuadro 10). En nuestro estudio, aunque no se esté produciendo en el punto del MBE, a la empresa le conviene poner a la venta a los pollos a los 49 días de edad obteniendo mejores utilidades.

Figura 5. Costos promedios y punto de máximo beneficio económico con el modelo polinomial ajustado



Cuadro 10. Ciclos anuales y utilidad o pérdida anual con el modelo polinomial ajustado en la granja

Edad en días	Alimento acumulado consumido (kg)	Peso estimado por pollo mixto (kg)	Costo Fijo Total	Costo Variable Total	Costo Total	Valor del Producto Físico Total	Utilidad/ Pérdida	Edad en semanas	Ciclos al año	Utilidad/ Pérdida anual
0	0.000	0.050	\$ 14.57	\$ 0.00	\$ 14.57	\$ 1.80	-\$ 12.77	0	375	-\$ 4,778.75
7	0.157	0.165	\$ 14.57	\$ 1.27	\$ 15.84	\$ 5.94	-\$ 9.90	1	22	-\$ 212.26
14	0.499	0.412	\$ 14.57	\$ 4.02	\$ 18.59	\$ 14.83	-\$ 3.76	2	15	-\$ 57.06
21	1.057	0.803	\$ 14.57	\$ 8.52	\$ 23.09	\$ 28.91	\$ 5.82	3	12	\$ 68.56
28	1.868	1.345	\$ 14.57	\$ 15.07	\$ 29.64	\$ 48.42	\$ 18.78	4	10	\$ 180.38
35	2.954	2.021	\$ 14.57	\$ 23.82	\$ 38.39	\$ 72.76	\$ 34.37	5	8	\$ 278.61
42	4.201	2.727	\$ 14.57	\$ 33.88	\$ 48.45	\$ 98.17	\$ 49.72	6	7	\$ 348.95
49	5.163	3.221	\$ 14.57	\$ 41.64	\$ 56.21	\$ 115.96	\$ 59.75	7	6	\$ 369.52
56	6.163	3.687	\$ 14.57	\$ 49.70	\$ 64.27	\$ 132.73	\$ 68.46	8	6	\$ 378.54
63	7.163	4.105	\$ 14.57	\$ 57.77	\$ 72.34	\$ 147.78	\$ 75.44	9	5	\$ 377.19
70	8.163	4.475	\$ 14.57	\$ 65.83	\$ 80.40	\$ 161.10	\$ 80.70	10	5	\$ 368.19
77	9.163	4.797	\$ 14.57	\$ 73.90	\$ 88.47	\$ 172.69	\$ 84.22	11	4	\$ 353.39
84	10.163	5.071	\$ 14.57	\$ 81.96	\$ 96.53	\$ 182.56	\$ 86.03	12	4	\$ 334.09
88	11.254	5.316	\$ 14.57	\$ 90.76	\$ 105.33	\$ 191.38	\$ 86.05	13	4	\$ 320.44
91	11.255	5.316	\$ 14.57	\$ 90.77	\$ 105.34	\$ 191.38	\$ 86.04	13	4	\$ 310.92
98	12.255	5.490	\$ 14.57	\$ 98.83	\$ 113.40	\$ 197.64	\$ 84.24	14	3.40	\$ 284.66
105	13.255	5.616	\$ 14.57	\$ 106.90	\$ 121.47	\$ 202.18	\$ 80.706	15	3.2	\$ 256.10
112	14.255	5.693	\$ 14.57	\$ 114.96	\$ 129.53	\$ 204.95	\$ 75.42	16	3.00	\$ 225.65

119	15.255	5.723	\$ 14.57	\$ 123.03	\$ 137.60	206.03	\$ 68.43	17	2.80	\$ 193.62
123.5	15.500	5.723	\$ 14.57	\$ 125.00	\$ 139.57	206.03	\$ 66.46	18	2.70	\$ 181.69
126	16.500	5.693	\$ 14.57	\$ 133.07	\$ 147.64	204.95	57.31	18	2.70	\$ 153.81

Conclusiones

Como herramienta de planeación es útil para estimar los costos, las ventas y las ganancias en diferentes etapas de la producción. Cuando el costo de producción es el más bajo, no necesariamente se está en el punto del Máximo Beneficio Económico (MBE). En el análisis en teoría de la producción, la relación insumo-producto, el precio del alimento, que es el insumo variable y el precio del kilogramo de carne en pie, que es el precio del producto son los que determinan el punto del MBE. El modelo utilizado establece que el tiempo es fijo, por lo que el MBE se obtendrá al suministrar la cantidad de alimento que origina que el CM_gx sea igual al VP-FM_g, cantidad de alimento técnicamente inviable en que el pollo pueda consumir en los 49 días de etapa de producción. Si se instituye el supuesto de variar el tiempo, los pollos podrán consumir la cantidad de alimento que origina el punto del MBE. Al considerar que el ciclo económico se prolonga para alcanzar el MBE se tendrán menos ciclos al año mientras que en el nivel de producción donde se da el mínimo costo se tendrán más ciclos al año determinado más utilidades al año. No solo la toma de decisiones deberá de hacerse desde la óptica económica, sino que dependerá de otros variables.

Referencias

- Alonso Pesado, A., Acevedo Rojas, N. I., Baños Crespo, N. A., Reyes Castro, J. I., Dávalos Flores, J. L., Velázquez Pacheco, A. M., . . . Cisneros Yedra, J. (2016). *Gestión en la empresa pecuaria y de servicios veterinarios* (Primera ed.). Ciudad de México, Ciudad Universitaria, Coyoacán, México: FMVZ, UNAM.
- Alonso Pesado, A., Alonso Pesado, F. A., Espinosa Ortiz, V. E., García Beltrán, G., López Díaz, C., Loza Arvizu, C. V., . . . Velázquez Pacheco, A. M. (2007). *Economía Agropecuaria* (Primera Edición ed.). D.F., México: GRUPO VANCHRI, S.A. de C.V.
- Astudillo Moya, M. (2012). *Fundamentos de Economía*. (I. d. Económicas, Ed.) Ciudad de México: Instituto de Investigaciones Económicas UNAM.
- Begg, D., Fischer, S., Dornbusch, R., & Fernández Díaz, A. (2006). *Economía* (Octava ed.). (E. Rabasco, Trad.) Madrid, España: McGraw-Hill/Interamericana de España, S. A. U.
- Chávez Arellano, J. (1990). *Determinación del máximo beneficio económico, en una empresa criadora de aves de 15, 20 y 30 días de edad*. D.F., México: Tesis de Licenciatura para obtener el grado de Médico Veterinario Zootecnista. FMVZ, UNAM.

- Cobb500. (2015). Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde Cobb500. Obtenido de cobb-vantress.com: www.cobb-vantress.com/languages/.../fa217990-20c9-4ab1-a54e-3bd02d974594_e
- Collazos Paucar, E. (2010). Economía (Primera Edición ed.). (V. d. Investigación, Ed.) Lima: Universidad Tecnológica del Perú.
- Cuida tu dinero. (2019). www.cuidatudinero.com. Obtenido de www.cuidatudinero.com: <https://www.cuidatudinero.com/13174202/la-teoria-del-costoen-economia>
- Economia48. (2009). Economía 48. Obtenido de Economía 48: <http://www.economia48.com/spa/d/eficiencia-economica/eficiencia-economica.htm>
- Escobar Sosa, B. I. (1992). Determinación del máximo beneficio económico en una empresa productora de carne de cerdo. D.F.: Tesis de Licenciatura para obtener el grado de Médico Veterinario Zootecnista. FMVZ, UNAM.
- Graue Russek, A. L. (2009). Fundamentos de Economía (Primera edición ed.). Ciudad de México, México: Prentice Hall.
- Guerrien, B. (1998). LA MICROECONOMIA (Primera ed.). (C. G. Álvarez, Trad.) Medellín, Colombia: www.eumed.net/cursecon/.
- Gutiérrez González, M. T. (1991). Determinación del máximo beneficio económico de un estable lechero en hidalgo. D.F., México: Tesis de Licenciatura para obtener el grado de Médico Veterinario Zootecnista. FMVZ, UNAM.
- Kay, R. D. (1986). Administración agrícola y ganadera: planeación, control e implementación (Segunda ed.). (M. C.P. Alberto García Mendoza, Trad.) Ciudad de México, México: CECSA.
- Nahmias, S. (2007). Análisis de la producción y las operaciones (Quinta ed.). México, D.F., México: McGraw-Hill.
- Pindyck, R.S. y Rubinfeld D.L. (2009). Microeconomía. Madrid, España: Pearson Prentice Hall.