

Óptimo técnico y económico en pollos Cobb 500 bajo sistema intensivo

Technical and economic optimum in Cobb 500 chicken broilers under intensive system

Héctor Hugo Velázquez-Villalva*, Samuel Rebollar-Rebollar*✉

Velázquez-Villalva, H. H., & Rebollar-Rebollar, S. (2025). Óptimo técnico y económico en pollos Cobb 500 bajo sistema intensivo. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 33(94), e6720, <https://doi.org/10.33064/iycuaa2025946720>

RESUMEN

El objetivo fue determinar el nivel óptimo técnico y económico en pollos Cobb 500 bajo sistema intensivo a siete semanas, mediante una función de producción polinómica de segundo grado. Los datos provinieron de 168 pollos asignados aleatoriamente en 42 repeticiones con cuatro aves de julio a septiembre de 2023 en el área avícola del Centro Universitario UAEM Temascaltepec. Las variables fueron ganancia de peso semanal y consumo de alimento. La máxima producción y máxima ganancia se obtuvo con 9.9 y 7.0 kg de alimento y un peso vivo final de 3.3 y 3.0 kg. Al nivel óptimo técnico, el costo, ingreso total y ganancia fueron 87.3, 148.5 y 61.2 pesos y al óptimo económico de 61.6, 133.8 y 72.4 pesos, promedio por pollo. Se deduce que el peso máximo del pollo no significó el máximo valor monetario. El avicultor debería vender las aves al peso del nivel óptimo económico.

Palabras clave: pollo; función de producción; optimización económica; ganancia en dinero.

ABSTRACT

The objective was to determine the technical and economic optimum level in Cobb 500 broilers under a seven-week intensive system, using a second-degree polynomial production function. The data came from 168 broilers randomly assigned in 42 replicates with four birds from July to September 2023 in the poultry area of the UAEM Temascaltepec University Center. The variables were weekly weight gain and feed consumption. Maximum production and maximum gain were obtained with 9.9 and 7.0 kg of feed and a final live weight of 3.3 and 3.0 kg. At the technical optimum, cost, total income and profit were 87.3, 148.5 and 61.2 pesos and at the economic optimum, 61.6, 133.8 and 72.4 pesos, average per chicken. It follows that the maximum weight of the chicken did not mean the maximum

Recibido: 30 de agosto de 2024 Aceptado: 16 de diciembre de 2024 Publicado: 31 de enero de 2025

*Centro Universitario UAEM Temascaltepec, Universidad Autónoma del Estado de México. Km. 67.5, carretera Toluca-Tejupilco, Col. Barrio de Santiago S/N, C. P. 51300, Temascaltepec, Estado de México, México. Correo electrónico: hhugovelazquezv@uaemex.mx; srebollar@uaemex.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0403-2889>; <https://orcid.org/0000-0002-2906-0571>

✉ Autor para correspondencia

monetary value. The poultry farmer should sell the birds at the weight of the economic optimum.

Keywords: chicken broiler; production function; economic optimization; profit in poultry.

INTRODUCCIÓN

En México el subsector de las aves presenta la mayor dinámica productiva e industrial con relación al de los bovinos y porcinos, al constituirse como elemento substancial en la alimentación de sus pobladores. Este ramo se considera elemental como estrategia de seguridad alimentaria al contribuir con 55% del aporte proteico; por lo que este cárnico participa en 38.4%, el huevo en 17%, la leche y carne de bovino en 19 y 15.8% y el porcino en 8% (Consejo Mexicano de la Carne, 2019).

Durante 2022, el territorio nacional fue el sexto demandante de cárnico en el orbe, superado por China, EE. UU., Unión Europea, Brasil y Rusia; con un volumen interno de 9,292 miles de toneladas (t), equivalente a 73 kilogramos (kg) *per cápita*; de ese total, 7,650 t fue producción nacional, 2,355 importaciones y 713 mil t exportaciones. Por fuente de proteína, el pollo ocupó la primera posición en consumo con 4,842 miles de t (38 kg *per cápita*), seguida del cerdo con 2,505 (20 kg por persona) y res 1,945 t (15 kg *per cápita*). En el mismo año, el volumen nacional producido de carne de pollo fue de 3,940 miles de t, liderado por Veracruz, Jalisco, Aguascalientes, Querétaro y Durango al aportar 52.7% del total; en tanto que las importaciones sumaron 899.3 miles de t (Consejo Mexicano de la Carne, 2023).

Actualmente la actividad avícola se caracteriza como dinámica debido a que utiliza avances tecnológicos traducidos en una productividad que genera rentabilidad, producto del continuo uso de esquemas de minimización de costos. Es la actividad pecuaria más dinámica al representar 63.3% del total del sector, en el que, por cada diez kilogramos de alimentos, seis se relacionan con los de origen avícola, como lo establece la UNA (Unión Nacional de Avicultores, 2019).

Por lo anterior, las empresas pecuarias productoras de pollo para plato en México deben ser eficientes en el uso de sus recursos, pues ello determinará el volumen de producción como aspecto importante en empresas pecuarias, ya que de ello depende el grado de eficiencia económica. Esa relación técnica entre insumos y producción (input-output) implica utilizar funciones de producción (Morales-Hernández, González-Razo, & Hernández-Martínez, 2018), con las que pueden predecirse resultados del producto total y cuantificar cantidad óptimas en la utilización de un insumo variable aunado a su producto marginal (Pech Martínez, Santos Flores, & Montes Pérez, 2002). Consecuentemente, la relación técnica insumo-producto se convierte en una lista, cuadro o expresión matemática en la que es posible determinar dos óptimos; el primero relacionado con el máximo volumen de producción y el segundo enfocado la máxima ganancia monetaria (Vargas Biesuz, 2014).

El objetivo de este estudio se centró, por un lado, en generar el punto donde se maximiza la producción (NOT) y otro orientado a maximizar la ganancia en dinero (NOE) en la producción de carne de pollo de la línea Cobb 500 y el consumo de alimento. La

premisa principal menciona que el punto más alto de producción de las aves no se traduce en que se obtenga la ganancia monetaria más alta.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información de campo provino de la utilización de 168 pollos línea Cobb 500, separados en 42 repeticiones de cuatro aves cada una, de julio a septiembre de 2023, instalados en la nave para aves del Centro Universitario UAEM Temascaltepec. De forma semanal se cuantificó la ganancia de peso y consumo de alimento. Las aves se agruparon en lotes provistos de un foco con luz fluorescente de 100 watts para brindar calor, criadoras infrarrojas con cortinas de plástico. A su llegada se hidrataron, se anotó el peso por pollo y se diferenciaron mediante los colores verde, azul, rojo y blanco y se distribuyeron de forma estocástica en los espacios; después se pesaron y remarcaron cada semana hasta el término del experimento (49 días, semana 7).

El consumo de agua fue a libre acceso proporcionándoles antibiótico con vitaminas los primeros cinco días (d). Del día seis al día 16 se les dieron 40 gramos (g) de Vitafort mezclados en 20 litros (l) de agua y, a partir de día 17 al 49, agua limpia. Para la alimentación de las aves se usó producto comercial marca Unión Tepexpan. Para la etapa pollo-inicia se asignó alimento con 22% de proteína cruda (PC) y abarcó del día de recepción; esto es, dos días de vida hasta el día nueve, luego fue transicional en 3 d con proporciones 75% – 25%, 50% – 50%, 25% – 75%; a partir del día 12 al día 23 las aves comieron alimento pollo-crece con 19% de PC. El día 19 comenzó la segunda transición con las proporciones mencionadas y, finalmente, después del día 23 y hasta el 49 se les alimentó con pollo-finaliza a 17.5% de PC. Dos horas (h) posteriores al ingreso de los pollos se les asignó el alimento en dos momentos del día: 9:00 a.m. y 6:00 p.m.; mismo que se pesó y multiplicó por cuatro, que fue el número de aves por cada espacio. Se decidió añadir 15% más de alimento con el fin de asegurarse que comieran *ad libitum*.

El dato diario referente al consumo de alimento provino de la resta del ofrecido menos el rechazado, el sobrante se recogía del comedero a las 5:40 pm; mientras que el dato semanal se obtuvo con el sumatorio promedio del consumo de siete días. La ganancia de peso promedio por semana se generó con la sumatoria del peso de todos los pollos entre el total. Los datos de ganancia de peso y consumo de alimento durante todo el periodo se ajustaron al modelo estadístico:

$$P = \beta_0 + \beta_1 a + \beta_2 a^2 + e_i$$

donde:

P = variable dependiente: peso del pollo, en kilogramos

a = variable independiente: unidades de alimento utilizado, en kilogramos

β_i = coeficientes de regresión (parámetros)

$i = 0, 1, 2$

e_i = error estadístico, estocástico o aleatorio

El modelo es lineal en los parámetros y no lineal en las variables con error aleatorio aditivo (Wooldridge, 2010). La significancia estadística global se determinó mediante la F calculada (F_c), el coeficiente de determinación o medida de bondad de ajuste R-cuadrado (R^2) ajustado y el R-cuadrado predicho; este último con el fin de reflejar el poder de pronóstico del modelo de regresión (Wooldridge 2010); en tanto que para la significancia individual se utilizó la t de Student (Gujarati & Porter, 2009), así como el DW (Durbin-Watson) para verificar ausencia de autocorrelación.

En la significancia económica se consideró el signo que antecedió al coeficiente de la variable independiente cuadrática, con base en la teoría microeconómica de la producción (Doll & Orazem, 1984). Adicionalmente se utilizaron conceptos microeconómicos de la teoría de la producción (Rebollar Rebollar, Guzmán Soria, González Razo, Hernández Martínez, & Terrones Cordero, 2023; Samuelson & Nordhaus, 2019) como producto marginal (PMg), producto medio (PMe) y elasticidad de la producción (E_p) como necesarios en la definición y obtención de las tres etapas de la producción (Portillo Vázquez et al., 2015).

Con base en Rebollar-Rebollar, Gómez-Tenorio, Callejas-Juárez, Guzmán-Soria y Hernández-Martínez (2014) el producto marginal (PMg) se obtuvo con la primera derivada de la función de producción igualada a cero (condición matemática para la estimación del nivel óptimo técnico (NOT) de dicha función, en cuyo resultado el valor del insumo variable (alimento) garantiza la obtención del NOT o máximo peso del ave y el nivel óptimo económico (NOE) generó al igualar el PMg a la relación de precios del insumo (alimento) (como P_a) y del producto (precio del ave en finalización); esto es, $\left(\frac{P_a}{P_p}\right)$.

Para estimar la ganancia (G) en dinero se utilizó la expresión $G = IT - CT$, donde IT fue el ingreso total, obtenido al multiplicar la cantidad de producto por el precio del mismo; y CT el costo total, generado al multiplicar la cantidad de insumo variable (alimento) por su precio, tanto para el nivel óptimo técnico (NOT) como al nivel óptimo económico (NOE) (Rebollar-Rebollar et al., 2014; Rebollar Rebollar et al., 2023). Al momento de la investigación se utilizó como precio del insumo variable que fue el alimento (P_a) de 8.75 pesos promedio por kilogramo (\$/kg) y 45 \$/kg como precio del producto (P_p) (peso final de los pollos al final del experimento). Los resultados del modelo estadístico se obtuvieron con el PROC REG de SAS (Sistema de Análisis Estadístico) en su versión en línea. Asimismo, para el resultado del R-cuadrado predicho se utilizó la instrucción PRESS dentro del PROC REG de SAS.

RESULTADOS

El modelo estadístico estimado (función de producción) para pollos línea Cobb 500 bajo sistema intensivo, engordados a siete semanas fue:

$$P = 0.0463 + 0.659a - 0.033a^2$$

La significancia estadística global (ANDEVA, $P < 0.05$) representada por F-calculada, R^2 -ajustado, R^2 predicho y el Durbin-Watson (DW) se observan en la tabla 1.

Tabla 1
Función de producción estimada para pollos de engorda Cobb 500 en la Posta Zootécnica del Centro Universitario UAEM Temascaltepec, 2023

Predictora	Estimador	EE	t-cal	Significancia
Intercepto	0.0463	0.0117	3.99	$P < 0.05$
a	0.6587	0.0139	47.24	$P < 0.05$
a^2	-0.0330	0.0028	-11.72	$P < 0.05$
R^2 ajustada	0.9995			
R^2 predicho	0.9993			
DW	2.80			

Nota: Elaboración propia con resultados de la salida del modelo en SAS Ondemand, 2021.
Interc: intercepto. EE: error estándar. DB: Durbin-Watson.

La tabla 2 presenta la función estimada y las tres etapas de la producción con estimaciones del comportamiento de las aves relacionada a la utilización de 0.25 a 12.50 kg de alimento. El producto total, esto es, el peso del pollo, fue de 0.20 a 3.10 kg. Puede apreciarse que al agregar una unidad más de ese insumo, después de 10 kg de alimento, el producto marginal (PMg) se vuelve negativo y el indicio de la etapa III de la producción.

El nivel óptimo económico (NOE) se estimó con la utilización de 7.04 kg de insumo y un peso del pollo de 3.04 kg, por lo que con un PMg negativo el peso del ave es menor y, en consecuencia, el avicultor obtiene menor ingreso por la venta del ave. En adición, la cantidad de alimento consumido que representó el máximo peso promedio de los pollos (NOT) (3.30 kg) fue 9.98 kg de alimento.

Tabla 2
Producto total, medio y marginal de pollos de engorda Cobb 500 en la posta zootécnica del Centro Universitario UAEM Temascaltepec, 2023

Insumo 0.25 kg.	Cantidad Peso pollo	PMe	PMg	Insumo 0.250 kg.	Cantidad Peso pollo	PMe	PMg
0.25	0.209	0.836	0.209	6.50	2.933	0.4513	0.0593
0.50	0.368	0.735	0.159	6.75	2.988	0.4427	0.0552
0.75	0.522	0.696	0.154	7.00	3.040	0.4342	0.0510
1.00	0.673	0.673	0.150	7.25	3.086	0.4257	0.0469
1.25	0.819	0.655	0.146	7.50	3.129	0.4172	0.0428
1.50	0.961	0.641	0.142	7.75	3.168	0.4087	0.0386
1.75	1.099	0.628	0.138	8.00	3.202	0.4003	0.0345
2.00	1.233	0.616	0.134	8.25	3.233	0.3918	0.0304
2.25	1.362	0.605	0.130	8.50	3.259	0.3834	0.0262
2.50	1.488	0.595	0.126	8.75	3.281	0.3750	0.0221
2.75	1.609	0.585	0.121	9.00	3.299	0.3665	0.0179
3.00	1.726	0.575	0.117	9.25	3.313	0.3581	0.0138
3.25	1.839	0.566	0.113	9.50	3.322	0.3497	0.0097
3.50	1.948	0.557	0.109	9.75	3.328	0.3413	0.0055
3.75	2.053	0.548	0.105	10.00	3.329	0.3329	0.0014
4.00	2.154	0.538	0.101	10.25	3.327	0.3245	-0.0027
4.25	2.250	0.530	0.097	10.50	3.320	0.3162	-0.0069
4.50	2.343	0.521	0.092	10.75	3.309	0.3078	-0.0110
4.75	2.431	0.512	0.088	11.00	3.294	0.2994	-0.0152
5.00	2.515	0.503	0.084	11.25	3.274	0.2910	-0.0193
5.25	2.595	0.494	0.080	11.50	3.251	0.2827	-0.0234
5.50	2.671	0.486	0.076	11.75	3.223	0.2743	-0.0276
5.75	2.743	0.477	0.072	12.00	3.192	0.2660	-0.0317
6.00	2.811	0.468	0.068	12.25	3.156	0.2576	-0.0358
6.25	2.874	0.460	0.063	12.50	3.116	0.2493	-0.0400

Nota: Elaboración propia, con referencia en la función de producción estimada. PMe: producto medio. PMg: producto marginal.

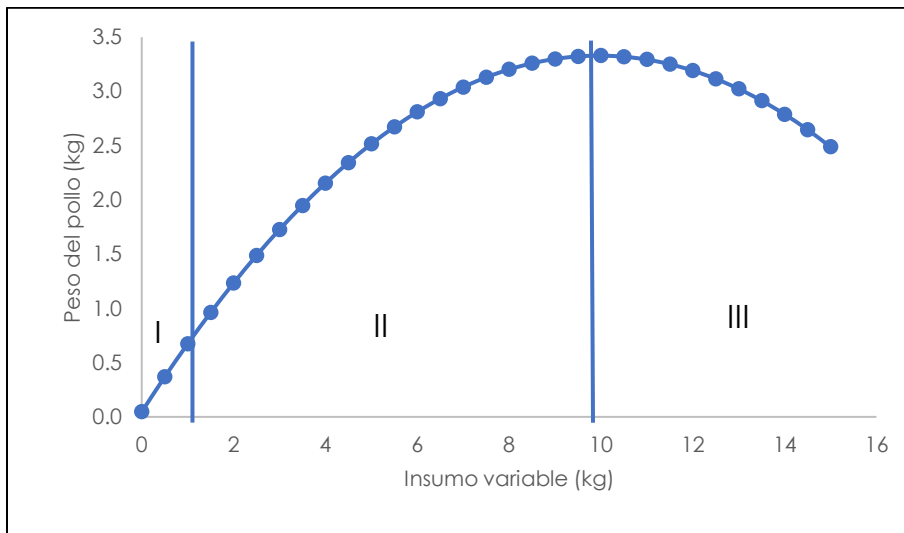


Figura 1. Curva de la función de producción de pollos de engorda y sus etapas. I: etapa I. II: etapa II. III: etapa III. Elaboración propia con datos de la tabla 2.

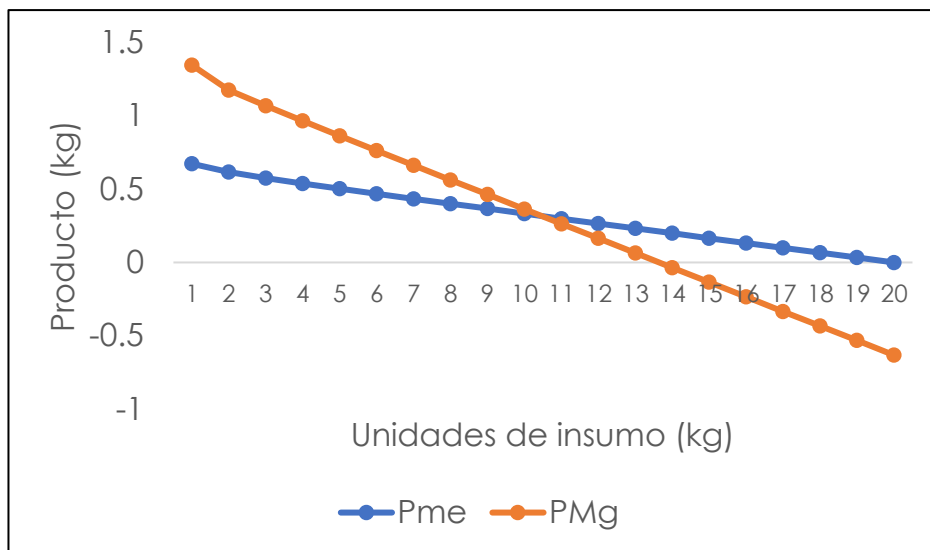


Figura 2. Producto medio (PMe) y marginal (PMg). Elaboración propia con datos de la tabla 2.

La tabla 3 muestra las cantidades de alimento y peso de los pollos Cobb 500 al NOT y al NOE.

Tabla 3
Costo total, ingreso total y ganancia en dinero en pollos Cobb 500 al nivel óptimo técnico y nivel óptimo económico. Temascaltepec, Estado de México, 2023

Concepto	Nivel Óptimo Técnico	Nivel Óptimo Económico
Alimento (kg)	9.98	7.045
Peso (kg)	3.30	3.04
Ingreso total (\$)	148.50	133.80
Costo total (\$)	87.30	61.60
Ganancia (\$)	61.20	72.40

Nota: Elaboración propia, con base en la Función de Producción estimada.

DISCUSIÓN

El error estándar multiplicado por dos es menor que el valor de la t -calculada (t_c) asociada a cada variable, lo que da evidencia de significancia estadística individual (Rebollar Rebollar & Rebollar Rebollar, 2019; Rebollar-Rebollar, Rebollar-Rebollar, & Hernández-Martínez, 2020). El modelo presentó tanto lógica como significancia económica, porque el signo negativo de la variable con exponente al cuadrado fue negativo, lo que le dio concavidad correcta a la curva de la función de producción, y fue lo que se esperaba con base en la teoría microeconómica (Gujarati & Porter 2009; Samuelson & Nordhaus, 2019). Del modelo estimado, 0.0463 coeficiente asociado al intercepto, carece de interpretación económica al no ser posible concebirlo como el peso promedio de los pollos de engorda cuando la variable a (alimento consumido por las aves) toma un valor de cero (Rebollar-Rebollar et al., 2008; Wooldridge, 2010).

Sin embargo, 0.659 expresó la relación marginal entre el peso de los pollos (figura 3) y el alimento consumido, *ceteris paribus*; es el valor del estimador de la variable cuadrática (alimento) y significa que por cada kg de alimento que consumieron los pollos, el peso *in vivo* se reflejó en un aumento, promedio semanal durante las siete semanas, de 0.60 kg; equivalente a una ganancia diaria de peso de 94 g (es decir, 0.659 entre siete días de la semana, multiplicado por 1,000), similar al hallazgo de Jiwuba, Ogbuwu y Nwachukwuguru (2018) en pollos alimentados con harina de hojas de maleza de Siam, superior al de Houndonougbo, Chwaliboq y Chrysostome (2009) engordados con dietas comerciales y convergente con el de Shawle, Urge y Animut (2016) en pollos alimentados con diferentes niveles de *Lepidium sativum* L.; mientras que 0.033 del coeficiente de la variable cuadrática a indicó la presencia de una función de producción cóncava con rendimientos marginales decrecientes, por la que la añadidura progresiva del insumo variable sobre el peso de los pollos conducirá a rendimientos (peso de los pollos) cada vez menores, tal como lo afirmaron Rebollar Rebollar, Callejas Juárez, Hernández Martínez, Gómez Tenorio y Guzmán Soria (2016) para otra especie pecuaria.

Biológicamente, el pollo, recién ingresado a engorda intensiva y con un peso vivo inicial dado, continúa creciendo conforme transcurre el tiempo a una tasa de consumo de alimento determinada; pero hay un momento en que, pese a que continúe alimentándose, el ave ya no ganará más peso.



Figura 3. Polluelo de la línea Cobb 500 al inicio de la engorda.
Imagen de los autores.

La figura 1 permitió observar las tres etapas de la producción (Rebollar Rebollar et al., 2023) de pollos de engorda. En la etapa I las aves presentaron rendimientos (incremento del peso *in vivo*) marginales crecientes; mientras que en la II (etapa rentable) los incrementos marginales de peso de las aves fueron decrecientes pero positivos hasta el punto en el que la pendiente de la función es cero (límite de la etapa II) con un nivel de uso del insumo variable de 9.90; después de ese nivel de consumo de alimento acumulado, la tasa ganancia del peso fue decreciente y negativa (rendimientos marginales decrecientes y negativos).



Figura 4. Pollo de engorda línea Cobb 500 en crecimiento.
Imagen de los autores.

La figura 2 fortalece las tres etapas de la producción en los pollos de engorda a través de las curvas del producto medio (PMe) y producto marginal (PMg). Al inicio, la curva del PMe está por debajo de la del PMg referenciando la primera etapa de la producción; después, el PMg, en su dinámica decreciente, es inferior al PMe; lo que caracteriza la eficiencia máxima del insumo variable y ubica a la producción en la etapa II. De modo posterior al punto de peso máximo del pollo (etapa III) se observa un descenso en el peso del ave, lo cual conduce a una situación de rendimientos marginales decrecientes; esto es, cuando el nivel de utilización del alimento fue mayor que 9.90 kg y el ave estuvo en la etapa de finalización con un peso de 3.30 kg, por lo que se ubica en la etapa III de la producción; es decir, a partir del punto de cruce de las curvas del PMg y del PMe (Nicholson & Snyder, 2015; Rebollar-Rebollar et al., 2014; Samuelson & Nordhaus, 2019).

Con base en el periodo de obtención de datos, las aves que pesaron 1 kg tendrían un precio de 107 \$/kg y las que pesaron 3 kg un precio de 52 \$/kg, para ubicarse en la misma ganancia. El equivalente en pesos por kg se obtuvo al dividir el ingreso equivalente entre el peso de los pollos; por tanto, si se comercializan las aves de 1.73 kg con un precio superior a 52 \$/kg habría entonces mejores utilidades que vender pollos de 0.67 kg con un precio de 107 pesos por kg.

El NOE es el punto ubicado en la función de producción (figura 1) entre el tramo de concavidad de la curva de la etapa II (Rebollar-Rebollar et al., 2011). Desde la teoría microeconómica (Nicholson & Snyder, 2015) la utilidad máxima para el avicultor se aprecia o se genera en la etapa II de la producción; en otras palabras, no se debe vender pollos con un peso menor que 3 kg (3.04 kg). Al respecto, en algunas cifras se utilizaron tres decimales para dar mayor exactitud al resultado.

Cuando el costo del insumo decrece impacta en un aumento del NOE y se desplaza hacia la derecha aproximándose al NOT, tal situación indicó que las aves tienen que venderse a pesos (en kg) mayores, cercanos al peso del NOT y, si dicho costo aumenta, entonces el NOE disminuye, moviéndose a la izquierda del gráfico (figura 1), lo cual indicó que se gana más dinero comercializando pollos más ligeros.

En el NOE la máxima producción no significa obtener la máxima ganancia monetaria y se tiene que producir en el nivel donde el producto marginal (PMg) del insumo variable se iguale a su costo marginal (CMg) (Rebollar Rebollar et al., 2016); dado que los rendimientos son decrecientes (Rebollar-Rebollar et al., 2008) e implica que para tener ganancia económica mayor el pollo debió pesar 3 kg y haber consumido 7 kg (7.02 kg) de alimento. Al NOT, el peso más alto del pollo se expresó en una ganancia en dinero de \$61.20, en tanto que al NOE esa ganancia fue de \$72.40; a este respecto, Miñón-Huesca et al. (2006) afirmaron que el peso óptimo económico en pollos de engorda alimentados con adición de cobre dietético fue 2.70 kg; en tanto que Mohammed et al. (2021) concluyeron que el peso máximo en pollos de engorda Cobb 500 a 42 d alimentados con dietas isoenergéticas e isonitrogenadas fue de 2.50 kg (figuras 3 y 4).

CONCLUSIONES

Los resultados permitieron estimar la función de producción y conocer la relación que existe entre el consumo de alimento y ganancia de peso y se acercan a la realidad. El máximo peso de los pollos, a siete semanas, no necesariamente significó obtener la máxima ganancia en dinero para el avicultor. Las aves deberían venderse al peso que representa el nivel óptimo económico; de lo contrario, se estarían dejando de percibir ganancias; por lo que es factible considerar estos resultados como recomendación técnico-económica hacia todos los avicultores que continuamente toman decisiones de producción.

REFERENCIAS

- Consejo Mexicano de la Carne. (2019). *Compendio Estadístico 2019*. https://comecarne.org/wp-content/uploads/2020/07/Compendio_Estad%C3%ADstico_2019_-_Comecarne.pdf
- _____ (2023). Panorama cárnico internacional. En *Compendio Estadístico 2023* (9-42). https://comecarne.org/wp-content/uploads/2023/06/Compendio-Estadistico-2023_COMECARNE_2e.pdf
- Doll, J. P., & Orazem, F. (1984). *Production Economics: Theory with Applications*. (2ª ed.). John Wiley Sons & Sons.
- Gujarati, D., & Porter, C. (2009). *Econometría* (5ª ed.) Mc Graw-Hill Interamericana.
- Houndonougbo, F. M., Chwaliboq, A., & Chrysostome C. A. A. M. (2009). Effect of commercial diets quality on bio-economic performances of broilers in Benin. *Tropical Animal Health and Production*, 41(4), 693-703. <https://doi.org/10.1007/s11250-008-9243-1>
- Jiwuba, P. C., Ogbuewu, I. P., & Nwachukwuguru, K. (2018). Performance and economy of production of broilers fed Siam weed (*Chromolaena odorata*) leaf meal (SWLM). *Tropical Animal Health and Production*, 50(6), 1305-1311. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1559-x>
- Miñón-Huesca, E., González-Alcorta, M. J., Huerta-Bravo, M., Crespo-López, G., Carrillo-Domínguez, S., Castillo-Domínguez, R. M., ... Morales-Barrera, J. E. (2006). Niveles óptimos biológico y económico de cobre dietético en pollos de engorda. *Agrociencia*, 40(2), 163-170. <https://www.agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/451>
- Mohammed, L. S., Sallam, E. A., Edris, S. N., Khalifa, O. A., Soliman, M., & Shehata, S. F. (2021). Growth performance, economic efficiency, meat quality, and gene expression in two broiler breeds fed different levels of tomato pomace. *Veterinary Research Communications*, 45(4), 381-397. <https://doi.org/10.1007/s11259-021-09819-x>
- Morales-Hernández, J. L., González-Razo, F. J., & Hernández-Martínez, J. (2018). Función de producción de la ganadería de carne en la zona sur del Estado de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 9(1), 1-13. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i1.4345>
- Nicholson W., & Snyder C. (2015). *Teoría microeconómica: Principios básicos y ampliaciones* (11ª ed.). Cengage Learning.
- Pech Martínez, V., Santos Flores, J., & Montes Pérez, R. (2002). Función de producción de la ganadería de doble propósito de la zona oriente del estado de Yucatán, México. *Técnica Pecuaria en México*, 40(2), 187-192. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1302/1297>

- Portillo Vázquez, M., Pérez Soto, F., Figueroa Hernández, E., Godínez Montoya, L., Pérez Soto, M. T., & Barrios Puente, G. (2015). La función de producción cúbica, su aplicación en la agricultura. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 37, 11-24. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.226145>
- Rebollar Rebollar, E., & Rebollar Rebollar, S. (2019). Determinantes de la demanda de carne de pollo en canal en México, 1990-2018. *AgroProductividad*, 12(12), 75-80. <https://doi.org/10.32854/agrop.vi0.1533>
- Rebollar-Rebollar, S., Rebollar-Rebollar, E., & Hernández-Martínez, J. (2020). Análisis de los determinantes de la demanda de carne de pollo en el Centro-Este de México, 1996-2018. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 6(1), 1-8. <https://doi.org/10.30973/aap/2020.6.0061003>
- Rebollar Rebollar, S., Callejas Juárez, N., Hernández Martínez, J., Gómez Tenorio, G., & Guzmán Soria, E. (2016). Isocuanta de la producción de leche semiintensiva en una región del Estado de México. *CIENCIA ergo-sum*, 23(2), 171-177. <https://www.redalyc.org/journal/104/10446094009/html/>
- Rebollar-Rebollar, S., Gómez-Tenorio, G., Callejas-Juárez, N., Guzmán-Soria, E., & Hernández-Martínez, J. (2014). Óptimos técnicos y económicos en cortes de carne de cerdo en dos regiones de México. *Agronomía Mesoamericana*, 25(1), 161-168. <https://doi.org/10.15517/am.v25i1.14216>
- Rebollar Rebollar, S., Guzmán Soria, E., González Razo, F. de J., Hernández Martínez, J., & Terrones Cordero, A. (2023). *Microeconomía básica: Teoría y práctica*. BUK. <https://buk.com.mx/9786079908652/description>
- Rebollar-Rebollar, S., Hernández-Martínez, J., Rojo-Rubio, R., González-Razo, F. J., Mejía-Hernández, P., & Cardoso-Jiménez, D. (2008). Óptimos económicos en corderos Pelibuey engordados en corral. *Universidad y Ciencia*, 24(1), 67-73. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792008000400008
- Rebollar-Rebollar, S., Posadas-Domínguez, R. R., Hernández-Martínez, J., Rojo-Rubio, R., González-Razo, F. J., & Guzmán-Soria, E. (2011). Technical and economics optimal in feedlot cattle. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(2), 413-420. <http://www.revista.ccca.uady.mx/urn:ISSN:1870-0462-tsaes.v14i2.677>
- Samuelson, P. A., & Nordhaus, W. D. (2019). *Microeconomía con Aplicaciones* (19ª ed.). McGraw-Hill.
- Shawle, K., Urge, M., & Animut, G. (2016). Effect of different levels of *Lepidium sativum* L. on growth performance, carcass characteristics, hematology and serum biochemical parameters of broilers. *SpringerPlus*, 5(1), 1445. <http://doi.org/10.1186/s40064-016-3118-0>
- UNA (Unión Nacional de Avicultores). (2019). *Situación de la Avicultura Mexicana* [Reporte estadístico]. <https://una.org.mx/industria/#:~:text=En%202019%20la%20avicultura%20mexicana,36.6%25%20en%20el%20PIB%20pecuario.&text=En%202019%20la%20parvada%20av%20C%20A%20Dcola,en%20534%20millones%20de%20aves>
- Vargas Biesuz, B. E. (2014). La función de producción COBB - DOUGLAS. *Fides Et Ratio*, 8(8), 67-74. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2071-081X2014000200006&script=sci_abstract
- Wooldridge, J. M. (2010). *Introducción a la Econometría: Un enfoque moderno* (4ª ed.). Cengage Learning.



Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Usted es libre de Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material

La licenciente no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Atribución — Usted debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciente.

NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con propósitos comerciales.

CompartirIgual — Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original.