

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Administración de Agronegocios
Ingeniería en Administración de Agronegocios



Proyecto Especial de Graduación
**Evaluación económica del uso del Probiótico Digeston Prime® en
gallinas de postura Hy-Line Brown**

Estudiante

Johanna Gabriela Viteri Sánchez

Asesores

Wolfgang Pejuán, PhD.

Yordan Martínez, PhD.

Honduras, julio 2021

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

RAÚL SOTO

Director Departamento de Administración de Agronegocios

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Agradecimientos

Agradezco a la avícola “San Mateo” por el apoyo brindado en la elaboración de este proyecto especialmente a los gerentes MVZ. Edison Viteri y la Sra. Marcia Sánchez por impartir conocimientos teóricos y prácticos.

Contenido

Resumen	9
Abstract.....	10
Introducción.....	11
Metodología.....	14
Presupuestos Parciales	14
Beneficio Bruto	15
Precio en Campo del Producto	15
Costos que Varían	16
Beneficio Neto	16
Análisis de Dominancia	16
Tasa de Retorno Marginal (TRM).....	17
Tasa de Retorno Mínima Aceptable.....	17
Análisis Estadístico	18
Localización y Duración de la Investigación.....	18
Unidades y Diseño Experimental	18
Mediciones Experimentales.....	19
Recolección de Datos.....	19
Resultados y Discusión.....	21
Ficha de Costo.....	21
Análisis Estadístico	22
Producción de Huevos	22
Consumo de Alimento Balanceado.....	23

	5
Peso Final del Ave	24
Beneficio bruto	25
Costos que Varían	26
Beneficios Netos, Costos que Varían y Beneficios Brutos	27
Análisis de Dominancia y Tasa de Retorno Marginal (TRM)	27
Curva de Beneficios Netos	28
Conclusiones	30
Recomendaciones	31
Referencias.....	32

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Clasificación de los huevos frescos de gallina por su masa (peso en g) unitario, masa por docena y por 30 unidades Tungurahua, Ecuador, 2021.	15
Cuadro 2 Unidades y diseño experimental para la aplicación del probiótico Digeston Prime® en aves de postura de la línea Hy-Line Brown evaluado de la semana 40 a la 52, Tungurahua, Ecuador 2021.	19
Cuadro 3 Ficha de costo de la aplicación del probiótico Digeston Prime Tungurahua, Ecuador 2021.	21
Cuadro 4 Resultados del análisis de covarianza (ANCOVA) comparando la producción de las gallinas de postura Hy-Line Brown en lote comercial de 10,000 aves, Tungurahua, Ecuador, 2021.	22
Cuadro 5 Medias ajustadas comparando la producción de las gallinas de postura Hy-Line Brown en un lote comercial de 10,000 aves, Tungurahua, Ecuador, 2021.	23
Cuadro 6 Resultados del análisis de covarianza del consumo de las aves de postura Hy-Line Brown en un lote comercial de 10,000 aves, Tungurahua, Ecuador, 2021.	24
Cuadro 7 Resultados del análisis de covarianza del peso final de las gallinas de postura Hy-Line Brown en un lote comercial de 10,000 aves, Tungurahua, Ecuador, 2021.	24
Cuadro 8 Categorización de los huevos producidos por las gallinas de postura Hy-Line Brown en un lote comercial de 10,000 aves, Tungurahua, Ecuador, 2021.	25
Cuadro 9 Beneficio bruto de la producción de huevos en un lote comercial de 10,000 gallinas de postura Hy-Line Brown durante la segunda fase de producción, Tungurahua, Ecuador 2021.	26
Cuadro 10 Costos que varían y consumo promedio del alimento en un lote comercial de 10,000 gallinas de postura Hy-Line Brown durante la segunda fase de producción, Tungurahua, Ecuador 2021.	26

Cuadro 11 Beneficios netos, costos que varían y los beneficios brutos obtenidos a partir de la aplicación del probiótico Digeston Prime en 10,000 aves de postura de la línea Hy-line Brown, Tungurahua, Ecuador, 2021.....	27
Cuadro 12 Beneficios netos, análisis de dominancia y tasa de retorno marginal obtenidos a partir de la aplicación del probiótico Digeston Prime en 10,000 aves de postura de la línea Hy-line Brown, Tungurahua, Ecuador, 2021.....	28

Índice de Figuras

Figura 1. Curva de beneficios netos de los tratamientos bajo la aplicación del probiótico Digeston Prime en un lote de 10,000 gallinas de postura Hy-Line en Brown, Tungurahua, Ecuador 2021.	29
--	----

Resumen

La industria avícola ecuatoriana es una de las áreas de mayor importancia dentro del contexto económico y productivo del país, la de más rápido crecimiento y alta tecnificación, aportando al país el 16% del PIB agropecuario y 2% del PIB total . El objetivo del presente estudio fue evaluar económicamente el uso del probiótico Digeston Prime en gallinas de postura de la línea Hy-line Brown, el cual se visualiza como un importante factor en la sostenibilidad debido a que, reduce costos y la resistencia bacteriana al disminuir el consumo de antibióticos promotores de crecimiento. El análisis económico se realizó a través de la metodología de presupuesto parcial, considerando el total de costos que varían, beneficios brutos y beneficios netos entre los diferentes tratamientos. Para la ejecución de la investigación, se planteó 3 tratamientos (niveles del probiótico Digeston 0.1, 0.2 y 0.3 %) más el tratamiento testigo T0 (0% del Probiótico Digeston), distribuyéndose bajo un diseño completamente al azar, en donde se utilizaron 300 gallinas de la línea Hy-line Brown, con 15 repeticiones y un tamaño de unidad experimental de 5 aves. El uso del probiótico Digeston con un porcentaje de inclusión del 0.3% es la mejor alternativa evaluada entre los diferentes tratamientos para los avicultores tomando en consideración los beneficios netos obtenidos (USD 27,957.72), y el criterio de optimalidad donde el último tratamiento cumple la condición $TRM > TRMA$.

Palabras clave: Beneficios netos, costos que varían, presupuestos parciales, probiótico.

Abstract

The Ecuadorian poultry industry is one of the most important areas within the economic and productive context of the country, the one with the fastest growth and high technology, contributing 16% of the country's agricultural GDP and 2% of the total GDP (OECD, 2020). The objective of this study was to economically evaluate the use of the probiotic Digeston Prime in laying hens of the Hy-line line, which is seen as an important factor in sustainability since it reduces costs and bacterial resistance by reducing the consumption of antibiotics. The economic analysis was carried out through the partial budget methodology, considering the total costs that vary, gross benefits and net benefits among the different treatments. For the execution of the research, 3 treatments were proposed (Digeston probiotic levels 1, 2 and 3%) plus the T0 control treatment (0% Digeston probiotic, set up as a completely random design, where 300 hens were used 15 times and an experimental unit size of 5 hens. The use of the probiotic Digeston with an inclusion percentage of 0.3% is the best alternative evaluated among the different treatments for poultry farmers taking into consideration the net benefits obtained (USD 27,957.72), and the optimality criterion where the last treatment meets the $TRM > TRMA$ condition.

Keywords: costs that vary, net benefits, partial budgets, probiotic.

Introducción

El sector avícola sigue creciendo e industrializándose alrededor del mundo debido al poderoso impulso del crecimiento demográfico, el aumento del poder adquisitivo y los procesos de urbanización. Actualmente, los sistemas productivos presentan cambios dinámicos de acuerdo con las nuevas tendencias y exigencias del mercado, donde, cada vez más, planteles avícolas adaptan tecnologías como jaulas automatizadas, planteles climatizados, o incluso sistemas productivos con aves libres de jaulas (Aguirre y Pizarro, 2018).

La producción avícola es una actividad de suma importancia, es por ello que, influye en la economía y alimentación en países de desarrollo. Esta actividad pecuaria se ha ido incrementando gracias a los avances tecnológicos en los campos de genética, alimentación, manejo y bioseguridad, dando como resultado que los consumidores elijan con mayor frecuencia este tipo de alimento. Según Aguirre Brockway y Pizarro Álvarez (2018), el principal país productor de huevos es China, el cual en 2015 produjo alrededor de 30 millones de toneladas métricas del producto, seguido de Estados Unidos con 5.8 millones de toneladas métricas e India con 4.4 millones de toneladas métricas. A nivel global, Asia es el continente que más aporta a la producción mundial, seguido por América y Europa.

Según la Coordinación General del Sistema de Información del Ministerio de Agricultura Ganadería, Acuacultura y Pesca (2017) de Ecuador, el sector avícola se desarrolla en las 24 provincias del país. El 80% de la cría de aves se concentra en 9 provincias, las principales son: Guayas, Pichincha, Tungurahua, Santo Domingo de los Tsáchilas, Manabí, El Oro, Cotopaxi, Imbabura y Pastaza. Tungurahua se ubica como una de las provincias más representativas, en donde se observa que el 60% de aves criadas, tanto en campo como en planteles avícolas, se concentra en gallinas ponedoras.

Tungurahua es la provincia líder en la producción de huevos en el Ecuador, desde el 2014 hasta el 2019, concentrando más del 40% del total. A esta provincia le siguen, Cotopaxi, Pichincha y Manabí sumando entre las cuatro provincias más del 80% de producción total (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2020).

La alimentación en la avicultura es muy importante debido a que es uno de los principales factores que pueden alterar la calidad del huevo. Por esta razón, los productores procuran siempre brindar a sus aves una dieta equilibrada para mejorar su rendimiento. El empleo de dietas mediante la utilización de probióticos y prebióticos representa una de las oportunidades más importantes dentro de la industria avícola. Según Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2006), los probióticos han sido definidos como microorganismos vivos que, cuando son administrados en cantidades adecuadas, confieren beneficios para la salud del huésped.

Los probióticos y prebióticos actualmente se postulan como una alternativa potencial de reemplazo a los antibióticos utilizados como subterapeúticos, a modo de promotores de crecimiento. Su ventaja es que no dejan residuos en el huevo ni en la carne del ave y no generan riesgo de resistencia antibiótica en la microbiota humana.

El uso de los microorganismos probióticos, principalmente bacterias productoras de ácido láctico en la alimentación de las aves, contribuye al mantenimiento de la integridad y estabilidad de la flora intestinal. Esto, dificulta la proliferación de microorganismos perjudiciales, previniendo así la aparición de enfermedades y a mejorar el rendimiento productivo (Díaz-López et al., 2017). Se visualiza como un importante factor en la sostenibilidad debido a que reduce costos y la resistencia bacteriana al disminuir el consumo de antibióticos promotores de crecimiento.

Una de las alternativas ofertadas en el mercado, que puede ser usada por los avicultores del país, es el probiótico "Digeston Prime". Este es un alimento suplementario natural producido en Austria a base de harina de soya fermentada, mostaza, extracto de roble y diferentes tipos de bacterias ácido lácticas (Bionutripharma, s. f.). Este probiótico tiene un efecto positivo en la salud y en el rendimiento de los animales, como ser un incremento en la producción de huevos, mejor calidad de la cáscara, mejora de la conversión alimenticia y menor mortalidad, lo que repercute directamente en la productividad y eficiencia de la producción, y con ello en el rendimiento económico de la explotación avícola.

La presente investigación evalúa económicamente la aplicación del probiótico Digeston Prime, en gallinas de postura de la línea Hy-line Brown durante la segunda fase de producción de la semana 40 a la 52, con la finalidad de determinar el tratamiento más eficiente y rentable.

Los objetivos de la investigación son:

Evaluar el total de costos que varían y beneficios brutos de los diferentes tratamientos al hacer uso del probiótico Digeston Prime.

Analizar el beneficio neto y la tasa de retorno marginal (TRM) de los diferentes tratamientos a través de uso del probiótico Digeston Prime.

Seleccionar el tratamiento más rentable para la aplicación del probiótico Digeston Prime.

Metodología

En la investigación se realizó una evaluación económica del uso del Probiótico Digeston Prime en aves de postura de la línea Hy-Line Brown, con el objetivo de analizar los impactos económicos de las diferentes dosis en su aplicación; y así, poder determinar cuál es el tratamiento óptimo que genere mayor rentabilidad. La metodología utilizada fue el presupuesto parcial, debido a que se concentra únicamente en los cambios que se derivan de la implementación de una nueva alternativa, además, hace uso del beneficio neto para evaluarlas. En el periodo evaluado de la semana 40 a la 52, se realizó un análisis de covarianza para determinar diferencias significativas entre tratamientos en las variables peso final, producción de huevos y consumo de alimento balanceado, utilizando como control la variable peso inicial.

A partir de los costos que varían y del beneficio bruto se estableció el beneficio neto para determinar la dominancia entre tratamientos. Luego se estimó la tasa de retorno marginal (TRM) y se comparó con la tasa de retorno mínima aceptable.

Presupuestos Parciales

Un presupuesto parcial es un formato para planificación y toma de decisiones que se utiliza para comparar los costos y beneficios de las alternativas que enfrenta un negocio agrícola. Se concentra únicamente en los cambios de los ingresos y gastos que se derivarían de la implementación de una alternativa específica (Kime, 2013). Por tanto, todos los aspectos de las ganancias agrícolas que no hayan sido modificados por la decisión pueden ser ignorados con certeza (López et al., 2020). Este método se utiliza comúnmente en la agricultura para comparar dos o más tecnologías cuando el resto de las variables no se ven alteradas y se basa únicamente en la variación de los ingresos y costos que se pueden obtener al implementarlas.

Beneficio Bruto

El beneficio bruto es el ingreso obtenido por la venta de un producto o servicio una vez deducidos los costos. En la investigación, el rendimiento es la producción de huevos, por lo tanto, el beneficio bruto se obtuvo mediante la multiplicación del precio de venta del huevo por el promedio de producción de los diferentes tratamientos (CIMMYT, 1998). Además, para cada tratamiento se estimaron las proporciones de huevos de los diferentes tamaños y, haciendo uso de la cantidad promedio, se distribuyó un monto aproximado de esta media para cada categoría observada.

Precio en Campo del Producto

El precio en campo es la cantidad monetaria en el que el avicultor venderá su producto por cada unidad. El precio del huevo está determinado por la unión de productores de huevos (UNIPROH) en base a su tamaño. El Cuadro 1 muestra la clasificación de huevos según la norma NTE INEN 1973:20111.

Cuadro 1

Clasificación de los huevos frescos de gallina por su masa (peso en g) unitario, masa por docena y por 30 unidades Tungurahua, Ecuador, 2021.

Tipo (tamaño)	Masa unitaria		Masa por docena		Masa por 30 huevos	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Supergigante	76	.....	912	.....	2280	.....
Gigante	70	76	840	912	2100	2280
Extragrande	64	70	768	840	1920	2100
Grande	58	64	696	768	1740	1920
Mediano	50	58	600	696	1500	1740
Pequeño	46	50	552	600	1380	1500
Inicial	.....	46	.....	552	.....	1380

Costos que Varían

Los costos que varían son aquellos costos relacionados con los insumos o factores de producción que varían de una alternativa a otra (CIMMYT, 1998). En otras palabras, son los cambios en costos a evaluar asignados al realizar una práctica nueva. En la investigación, los costos que varían fueron aquellos relacionados a los costos de las dietas haciendo uso del probiótico Digeston Prime (0.1, 0.2 y 0.3%).

Beneficio Neto

El beneficio neto conocido también como ingreso neto, se obtiene a partir de la diferencia del beneficio bruto y el total de costos que varían para cada tratamiento (CIMMYT, 1998). Los costos que varían en la investigación fueron determinados por el costo de los tratamientos y los respectivos porcentajes de inclusión detallados en el Cuadro 2. La fórmula del beneficio neto se presenta a continuación en la Ecuación 1:

$$Bn = Bb - Cqv \quad [1]$$

dónde:

Bn: Beneficio neto por tratamiento

Bb: Beneficio bruto por tratamiento

Cqv: Costos que varían por tratamiento

Análisis de Dominancia

El análisis de dominancia es utilizado para seleccionar los tratamientos que, en términos de beneficios, ofrecen la posibilidad de ser recomendados para un agricultor como opción de manejo. El análisis de dominancia se efectuó primero, ordenando los tratamientos de menor a mayor según los costos que varían. Se podría decir, que, un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos (CIMMYT, 1998).

Tasa de Retorno Marginal (TRM)

La tasa de retorno marginal (TRM) es un indicador de la ganancia que los productores esperan recibir en promedio sobre la inversión económica realizada en una nueva tecnología. Este tipo de análisis es útil, tanto para formular recomendaciones para el agricultor cuando existe suficiente evidencia experimental, así como también, revelar lo que el agricultor puede esperar ganar en promedio con su inversión al decidir cambiar un tratamiento por otro (CIMMYT, 1998). La fórmula de la TRM se presenta en la siguiente Ecuación 2.

$$TRM = \left(\frac{\Delta BN}{\Delta CV} \right) * 100 \quad [2]$$

En donde:

TRM: Tasa de retorno marginal

Δ BN: Cambio en beneficios netos

Δ CV: Cambio en costos que varían

Tasa de Retorno Mínima Aceptable

La tasa de retorno mínima aceptable (TRMA) es la tasa que representa el costo del capital de trabajo que se usa para financiar la inversión. La tasa es resultado del retorno mínimo que se obtendrá en otra inversión alternativa o del costo del capital. Según el CIMMYT “el rango en que se encuentra dicha tasa está entre el 50% y 100%”. Para proyectos en donde se requiere nueva tecnología y habilidades, una tasa de retorno del 100% constituye una estimación razonable. Si la tecnología representa sencillamente un ajuste de la practica actual del agricultor, una tasa de retorno mínima del 50% en un periodo de tiempo de 4 a 5 meses, podría resultar aceptable (CIMMYT, 1998).

Particularmente para este estudio se utilizó una tasa de retorno mínima aceptable del 33.1%. Esta tasa se obtuvo como resultado del ajuste a lo propuesto por (CYMMIT,1998) haciendo uso de la fórmula del interés compuesto debido, a la duración del proyecto de 3 meses.

La fórmula del interés compuesto se presenta a continuación en la Ecuación 3:

$$i = \left(1 + \frac{j}{m}\right)^{mn} - 1 \quad [3]$$

En donde:

i= tasa de retorno mínima ajustada al proyecto

j=tasa de interés nominal capitalizable en un periodo de 5 meses

m=número de capitalizaciones en 5 meses

n=periodos capitalizables en el tiempo del proyecto

Análisis Estadístico

Se utilizó un análisis de covarianza (ANCOVA) con un nivel de significancia de $p \leq 0.05$. Se hizo uso del peso inicial como variable independiente permitiendo de este modo nivelar los tratamientos. Los análisis estadísticos se realizaron en el programa SAS®.

Localización y Duración de la Investigación

La presente investigación se realizó en la Avícola San Mateo, ubicada en el cantón Pelileo, provincia de Tungurahua, Ecuador. El trabajo de campo tuvo una duración de 90 días.

Unidades y Diseño Experimental

Para la investigación se utilizaron 300 gallinas de la Línea Hy – Line Brown, las mismas que estuvieron distribuidas en 3 tratamientos (niveles del probiótico Digeston 0.1, 0.2 y 0.3 %) más el tratamiento testigo T0 (0% del Probiótico Digeston), con 15 repeticiones y un tamaño de unidad experimental de 5 aves, distribuyéndose bajo un diseño completamente al azar. En el Cuadro 2 se resume el esquema del experimento utilizado.

Cuadro 2

Unidades y diseño experimental para la aplicación del probiótico Digeston Prime® en aves de postura de la línea Hy-Line Brown evaluado de la semana 40 a la 52, Tungurahua, Ecuador 2021.

Tratamientos	Tamaño de unidad experimental	Repeticiones	Animales/Tratamiento
Tratamiento testigo (0 %)	5	15	75
Tratamiento 1 (0.1%)	5	15	75
Tratamiento 2 (0.2%)	5	15	75
Tratamiento 3 (0.3%)	5	15	75
Total			300

Nota. Tratamiento testigo: suministrado con 0% del probiótico por tonelada de balanceado, Tratamiento 1: suministrado con 0.1% del probiótico por tonelada de balanceado, Tratamiento 2: suministrado con 0.2% del probiótico por tonelada de balanceado, Tratamiento 3: suministrado con 0.3% del probiótico por tonelada de balanceado.

Para esta investigación se usó un total de 300 gallinas, sin embargo, para que esta sea de utilidad para diferentes avicultores, se realizaron los análisis con proyecciones para un lote comercial de 10,000 gallinas.

Mediciones Experimentales

Las variables que se estudiaron con la utilización de diferentes niveles del Probiótico Digeston

Prime son:

- Peso corporal inicial a las 40 semanas
- Peso corporal final a las 52 semanas
- Cantidad de huevos totales de la semana 40 a la 52
- Alimento consumido acumulado de la semana 40 a la 52

Recolección de Datos

La recolección de datos para evaluar la factibilidad económica del uso del probiótico Digeston Prime se realizó en un horizonte de tiempo de 90 días. El estudio consistió en evaluar los mejores niveles de inclusión del probiótico en la alimentación de las aves. Al iniciar y finalizar la investigación, se tomaron datos del peso vivo del ave utilizando una balanza para determinar la ganancia de peso.

El alimento fue elaborado por la planta de concentrados de la “Avícola San Mateo”. Según la guía de manejo de las ponedoras comerciales (Hy-Line, 2018), las aves pueden alcanzar todo su potencial genético utilizando diferentes planes de alimentación. Se suministró el alimento con la ayuda de embudos y coches repartidores de alimento, administrando las dietas respectivas a las aves que estuvieron dentro de la investigación. Por otra parte, se registró la producción diaria y el peso de huevos por cada tratamiento.

Resultados y Discusión

La evaluación económica del uso del probiótico Digeston Prime en gallinas de postura Hy-Line Brown, por medio de la metodología de presupuesto parciales, se fundamentó en los costos que varían y el beneficio bruto de los tratamientos: Tratamiento testigo sin probiótico (T0); Tratamiento de balanceado con 0.1% de probiótico (T1); Tratamiento de balanceado con 0.2% de probiótico (T2); y Tratamiento con el 0.3% de probiótico (T3). Además, se utilizó el análisis de covarianza (ANCOVA) con un nivel de significancia de $p \leq 0.05$. Los análisis estadísticos se realizaron en el programa SAS®. Por último, se calculó el total de beneficios netos y la tasa de retorno marginal (TRM) a fin de formular una recomendación con la mejor alternativa de uso del probiótico Digeston Prime para los avicultores.

Ficha de Costo

En el Cuadro 3 se muestran los costos relacionados a la elaboración del alimento balanceado.

Cuadro 3

Ficha de costo de la aplicación del probiótico Digeston Prime Tungurahua, Ecuador 2021.

Costos	Tratamiento			
	T0	T1	T2	T3
Cantidad de balanceado base sin Digeston Prime por tonelada de balanceado final (Kg) *	1000	999	998	997
Costo balanceado base sin Digeston Prime por tonelada de balanceado final	\$398.67	\$398.43	\$398.19	\$397.95
Cantidad de Digeston Prime añadida al balanceado final (kg/t)	0	1	2	3
Costo probiótico Digeston Prime en una tonelada de mezcla final	\$ 0.00	\$ 7.04	\$ 14.08	\$ 21.12
Costo total de insumos por tonelada de balanceado final	\$ 398.67	\$ 405.47	\$ 412.27	\$ 419.07
Costo Mano de Obra por tonelada	\$ 6.30	\$ 6.30	\$ 6.30	\$ 6.30
Costo Transporte por tonelada	\$ 6.60	\$ 6.60	\$ 6.60	\$ 6.60
Costo total del balanceado final por tonelada	\$ 411.57	\$ 418.37	\$ 425.17	\$ 431.96
Costo (USD/kg)	\$ 0.41	\$ 0.42	\$ 0.43	\$ 0.43

Nota. *La cantidad de 1000 Kg no puede ser superada, para incluir el probiótico se debe retirar una cantidad equivalente de polvillo.

Análisis Estadístico

Producción de Huevos

En el Cuadro 4 se muestran los resultados del análisis de covarianza (ANOCOVA) indican que existen diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las medias de producción de huevos de los tratamientos, controlando por la variable peso inicial del ave.

Cuadro 4

Resultados del análisis de covarianza (ANCOVA) comparando la producción de las gallinas de postura Hy-Line Brown en lote comercial de 10,000 aves, Tungurahua, Ecuador, 2021.

ANCOVA - PRODUCCIÓN					
Origen	gl	Suma de cuadrados III	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Tratamientos	3	170132218372	56710739457	109.49	<.0001
Peso Inicial	1	80460093.027	80460093.027	0.16	0.6950

En el cuadro 5 se muestran las medias ajustadas de la producción de huevos de las gallinas de postura Hy-line Brown. La mayor producción de huevos se registró para el tratamiento con 3 kg/t del probiótico Digeston Prime (T3) alcanzando un promedio de 815,388 huevos, siendo este el promedio más alto. Luego, se encontró el tratamiento con 2 Kg/ton del probiótico (T2), con un promedio de 811,512 huevos, seguido del tratamiento con 1Kg/ton del probiótico (T1), el cual registró un promedio de 798,804 huevos. Finalmente, el tratamiento control sin probiótico (T0), obtuvo la menor producción total promedio con 684,621 huevos.

Cuadro 5

Medias ajustadas comparando la producción de las gallinas de postura Hy-Line Brown en un lote comercial de 10,000 aves, Tungurahua, Ecuador, 2021.

Tratamientos	Medias ajustadas	Número
Tratamiento control (0%)	684,621	1
Tratamiento 1 (0.1%)	798,804	2
Tratamiento 2 (0.2%)	811,512	3
Tratamiento 3 (0.3%)	815,388	4

Los resultados de este trabajo muestran que el comportamiento productivo de las gallinas Hy-Line Brown en la segunda fase de producción (40-52 semanas), efectivamente fue influenciado por el uso del probiótico Digeston Prime, en todas las concentraciones (T1, T2 y T3). En este sentido Dariusz Mikulski et al. (2020), informó que el uso del probiótico *Pediococcus acidilactici* aumentó la tasa de puesta y la eficiencia alimenticia en aproximadamente un 2.8%. Estudios sobre otras cepas de probióticos como *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus* y las levaduras también demostraron una mejora similar en los rasgos de producción de las gallinas ponedoras (D. Mikulski et al., 2012).

Consumo de Alimento Balanceado

Los resultados del análisis de covarianza (ANOCOVA) indican que no existen diferencias significativas ($P > 0.05$) entre las medias del consumo de los tratamientos, controlando por la variable peso inicial del ave (Cuadro 6). Esto nos lleva a utilizar el mismo consumo para los tratamientos en el presupuesto parcial. Resultados similares fueron obtenidos por Zhang et al. (2012), quienes no encontraron cambios significativos en el consumo de alimento con la adición de varios probióticos.

Cuadro 6

Resultados del análisis de covarianza del consumo de las aves de postura Hy-Line Brown en un lote comercial de 10,000 aves, Tungurahua, Ecuador, 2021.

ANCOVA - CONSUMO					
Origen	gl	Suma de cuadrados III	Cuadrado de la media	Valor F	Pr>F
Tratamientos	3	3.2646813E12	1.0882271E12	0.19	0.9028
Peso Inicial	1	1.7371022E13	1.0882271E12	3.03	0.0872

Peso Final del Ave

Los resultados del análisis de covarianza (ANOCOVA) no mostraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre las medias del peso final de los tratamientos, controlando por la variable peso inicial del ave (Cuadro 7). Debido a lo anterior, no se incluye el ingreso por diferencial de pesos en los beneficios brutos, por tanto, no hay un ingreso adicional.

Rocha et al. (2010), presentaron resultados similares en los cuales no se observaron diferencias ($P > 0.05$) en la ganancia de peso ni en la conversión alimenticia, siendo esta última de 1,560 g en el grupo con probiótico, en contraste a 1,570 g en las aves que no recibieron suplementación.

Cuadro 7

Resultados del análisis de covarianza del peso final de las gallinas de postura Hy-Line Brown en un lote comercial de 10,000 aves, Tungurahua, Ecuador, 2021.

ANCOVA - PESO FINAL					
Origen	gl	Suma de cuadrados III	Cuadrado de la media	Valor F	Pr>F
Tratamientos	3	30347.69036	10115.89679	1.03	0.3886
Peso Inicial	1	51772.43258	51772.43258	5.25	0.0258

Beneficio bruto

El beneficio bruto fue estimado a partir de la cantidad de producción registrada en el período de estudio, por el precio del huevo en campo. De acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1973:2011 clasifica a los huevos según su tamaño. En este caso las categorías observadas en los diferentes ensayos fueron: medianos (M), grandes (G), extragrandes (EXG), gigantes (GIG), y supergigantes (SGIG), lo cual se detalla en el Cuadro 8, al igual que los precios para cada una de estas categorías por tratamiento. En el Cuadro 9 se muestra la cantidad promedio de huevos en cada uno de los tratamientos, así como el beneficio bruto de los mismos, obteniendo a partir de estos un precio promedio ponderado para cada tratamiento en el estudio. Se puede observar que los mayores beneficios brutos se presentaron en el tratamiento 3 (T3), mientras que, los menores beneficios se atribuyen al tratamiento control (T0). En consecuencia, se podría decir que a medida se aumenta la cantidad de Digeston Prime en las dietas aumenta con ello el beneficio bruto.

Cuadro 8

Categorización de los huevos producidos por las gallinas de postura Hy-Line Brown en un lote comercial de 10,000 aves, Tungurahua, Ecuador, 2021.

Tratamiento	Categoría	Promedio	Proporción	Precio unitario	Precio Total
Tratamiento control (0%)	Mediano	123,232	18%	\$ 0.08	\$ 9,859
	Grande	294,387	43%	\$ 0.09	\$ 26,495
	Extragrande	198,540	29%	\$ 0.10	\$ 19,854
	Gigante	68,462	10%	\$ 0.11	\$ 7,531
	TOTAL	684,621	100%		\$ 63,738
Tratamiento 1 (0.1%)	Mediano	35,502	4%	\$ 0.08	\$ 2,840
	Grande	248,517	31%	\$ 0.09	\$ 22,367
	Extragrande	430,467	54%	\$ 0.10	\$ 43,047
	Gigante	84,318	11%	\$ 0.11	\$ 9,275
	TOTAL	798,804	100%		\$ 77,528
Tratamiento 2 (0.2%)	Mediano	45,084	6%	\$ 0.08	\$ 3,607
	Grande	234,437	29%	\$ 0.09	\$ 21,099
	Extragrande	428,298	53%	\$ 0.10	\$ 42,830
	Gigante	103,693	13%	\$ 0.11	\$ 11,406
	TOTAL	811,512	100%		\$ 78,942

Tratamiento	Categoría	Promedio	Proporción	Precio unitario	Precio Total
Tratamiento 3 (0.3%)	Mediano	54,359	7%	\$ 0.08	\$ 4,349
	Grande	240,086	29%	\$ 0.09	\$ 21,608
	Extragrande	344,275	42%	\$ 0.10	\$ 34,427
	Gigante	144,958	18%	\$ 0.11	\$ 15,945
	Supergigante	31,710	4%	\$ 0.12	\$ 3,805
	TOTAL	815,388	100%		\$ 80,135

Cuadro 9

Beneficio bruto de la producción de huevos en un lote comercial de 10,000 gallinas de postura Hy-Line Brown durante la segunda fase de producción, Tungurahua, Ecuador 2021.

Tratamiento	Categorías de huevos	Cantidad total de huevos	Precio promedio ponderado	Beneficio bruto (USD)
Tratamiento control (0%)	M, G, EXG, GIG	684,621	0.093	\$ 63,738
Tratamiento 1 (0.1%)	M, G, EXG, GIG	798,804	0.097	\$ 77,528
Tratamiento 2 (0.2%)	M, G, EXG, GIG	811,512	0.097	\$ 78,942
Tratamiento 3 (0.3%)	M, G, EXG, GIG, SGIG	815,388	0.098	\$ 80,135

Costos que Varían

Para la estimación de los costos que varían se consideran los costos asociados a las dietas durante el período de estudio correspondiente a 90 días (Cuadro 10). De esta manera, se determinó que al momento de elaborar balanceado mejorado con el uso del probiótico Digeston Prime se incurre en mayores costos de producción; y se puede observar que mientras más concentración tenga el probiótico, los costos son mayores.

Cuadro 10

Costos que varían y consumo promedio del alimento en un lote comercial de 10,000 gallinas de postura Hy-Line Brown durante la segunda fase de producción, Tungurahua, Ecuador 2021.

Tratamiento	Consumo (Kg)	Costo (USD/kg)	Costos que varían (USD)
Tratamiento control (0%)	120,780	0.41	49,713
Tratamiento 1 (0.1%)	120,780	0.42	50,534
Tratamiento 2 (0.2%)	120,780	0.43	51,355

Tratamiento	Consumo (Kg)	Costo (USD/kg)	Costos que varían (USD)
Tratamiento 3 (0.3%)	120,780	0.43	52,177

Beneficios Netos, Costos que Varían y Beneficios Brutos

A partir de los valores de beneficio brutos (Cuadro 9) y costos que varían, se obtuvieron los beneficios netos para cada tratamiento como la diferencia entre estos dos valores (Cuadro 11). Tanto los beneficios brutos como el total de costos que varían aumentan a medida que se incrementa la cantidad de probiótico en el alimento balanceado. Por tanto, el tratamiento control presenta los beneficios brutos y costos que varían más bajos, y el tratamiento 3 los más altos, lo que se repite para los beneficios netos.

Cuadro 11

Beneficios netos, costos que varían y los beneficios brutos obtenidos a partir de la aplicación del probiótico Digeston Prime en 10,000 aves de postura de la línea Hy-line Brown, Tungurahua, Ecuador, 2021.

Concepto	Tratamiento			
	T0	T1	T2	T3
Beneficios brutos	\$ 63,738	\$ 77,528	\$ 78,942	\$ 80,135
Total costos que varían	\$ 49,713	\$ 50,534	\$ 51,355	\$ 52,177
Beneficios netos	\$ 14,025	\$ 26,994	\$ 27,587	\$ 27,958

Análisis de Dominancia y Tasa de Retorno Marginal (TRM)

Para realizar el análisis de dominancia se ubicaron en orden creciente los tratamientos de acuerdo a los valores de los costos que varían con la finalidad de analizar en qué medida difieren los beneficios netos. Con base al análisis se encontró que ningún tratamiento es dominado. En seguida se observa que al pasar del tratamiento T0 a T1 aumentan los beneficios, en este caso si aumentaron, entonces T1, es no dominado. Luego de esto, se puede notar que el tratamiento T2 presenta mayores beneficios netos que el T1, y por tanto no se encuentra dominado, siendo el nuevo punto de referencia

para comparar el tratamiento T3. Este último, presenta también mayores beneficios netos que el tratamiento T2 y, por tanto, tampoco se encuentra dominado. La tasa de retorno marginal se obtuvo mediante la relación de cambio entre los beneficios netos y los costos que varían entre los tratamientos no dominados (Cuadro 12).

Cuadro 12

Beneficios netos, análisis de dominancia y tasa de retorno marginal obtenidos a partir de la aplicación del probiótico Digeston Prime en 10,000 aves de postura de la línea Hy-line Brown, Tungurahua, Ecuador, 2021.

Concepto	Tratamiento			
	T0	T1	T2	T3
Beneficios brutos	\$ 63,738	\$ 77,528	\$ 78,942	\$ 80,135
Total costos que varían	\$ 49,713	\$ 50,534	\$ 51,355	\$ 52,177
Beneficios netos	\$ 14,025	\$ 26,994	\$ 27,587	\$ 27,958
<i>Análisis de dominancia</i>	-	<i>No dominado</i>	<i>No dominado</i>	<i>No dominado</i>
Cambio en costos que varían	-	821	821	821
Cambio en beneficios netos	-	12,969	592	371
Tasa de retorno marginal	-	1579.06%	72.13%	45.19%

Usando el criterio de optimalidad; el cual cita que el tratamiento más rentable es el último para el cual se cumple la condición $TRM > TRMA$ (Reyes Hernandez, 2002). En este caso, se observa que éste se cumple para el tratamiento T3, por tanto, este tratamiento es el más rentable y por consiguiente el recomendado para ser implementado en la alimentación de gallinas de postura.

Curva de Beneficios Netos

Al momento de identificar cada tratamiento no dominado, según sus beneficios netos y los costos que varían, se puede graficar la curva de beneficios netos, en donde, se puede confirmar que el tratamiento T3 sobresale entre los demás tratamientos (Figura 1). Por tanto, el uso de probiótico Digeston Prime como agente benevolente para la producción de huevos en gallinas de postura Hy-Line Brown es eficiente para los avicultores en la concentración 3kg/t.

Figura 1

Curva de beneficios netos de los tratamientos bajo la aplicación del probiótico *Digeston Prime* en un lote de 10,000 gallinas de postura *Hy-Line Brown*, Tungurahua, Ecuador 2021.



Conclusiones

Los costos que varían aumentan a medida que se incrementan los porcentajes de inclusión del probiótico en el alimento balanceado, debido al costo relativamente mayor del probiótico Digeston Prime comparado con el alimento balanceado base. Los beneficios brutos aumentan a un ritmo decreciente a medida se incrementan los porcentajes de inclusión debido a los rendimientos decrecientes del probiótico.

Los beneficios netos aumentan a un ritmo decreciente al incrementar el porcentaje de inclusión del probiótico, debido a que el beneficio bruto es lo suficientemente mayor para compensar el aumento en los costos que varían. La TRM disminuye en los diferentes tratamientos al aumentar el porcentaje de inclusión del probiótico Digeston Prime comportándose contrariamente a los beneficios netos, sin embargo, todas las tasas siempre son mayores a la tasa de retorno mínima aceptable (TRMA).

El uso del probiótico Digeston con un porcentaje de inclusión del 0.3% es la mejor alternativa evaluada entre los diferentes tratamientos para los avicultores por su mayor beneficio neto obtenido en la misma, cumpliendo la condición de optimalidad.

Recomendaciones

Utilizar el probiótico Digeston Prime con un porcentaje de inclusión del 0.3% en sus formulaciones debido a que esta inclusión representa la rentabilidad más alta en este estudio.

Realizar un estudio de aplicación del probiótico Digeston Prime en diferentes etapas de producción de las gallinas Hy-Line Brown, para observar los beneficios obtenidos.

Realizar estudios similares incrementando la concentración del probiótico y aplicarlo durante todo el periodo de producción para identificar otras concentraciones no evaluadas en el estudio que genere una mayor rentabilidad.

Referencias

- Aguirre Brockway, R. y Pizarro Álvarez, M. J. (04/2018). *Panorama y mercado del huevo*. Artículo producido y editado por la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias -Odepa Director Nacional(S) y Representante Legal. Chile. ODEPA Ministerio de Agricultura. <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2018/04/Huevos.pdf>
- Bionutripharma. (s. f.). *Digeston Prime*. <https://bionutripharma.com/productos-2/digeston-prime/>
- CIMMYT. (1998). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica*. CIMMYT. <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf>
- Díaz-López, E. A., Ángel-Isaza, J. y Ángel B., D. (2017). Probióticos en la avicultura: una revisión. *Revista De Medicina Veterinaria*(35), 175–189. <https://doi.org/10.19052/mv.4400>
- Hy-Line. (2018). *Guía de manejo comercial*. Ponerdoras Comerciales. <https://cutt.ly/smHIDqn>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (Mayo 2020). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, 2019* (Boletín Técnico núm. 01). Ecuador. Unidad de Estadísticas Agropecuarias. <https://cutt.ly/omHOGAA>
- Kime, L. (2013). *Community Supported Agriculture (CSA)*. The Pennsylvania State University. <https://extension.psu.edu/community-supported-agriculture-csa>
- López, E., Narváez, C. y Andrade, J. (2020). Sistema de costeo ABC como herramienta de control de gestión en la industria: Ciencias económicas y empresariales. *Dominio De Las Ciencias*, 6(1), 282–315. <https://doi.org/10.23857/pocaip>
- Mikulski, D [D.], Jankowski, J [J.], Naczmannski, J., Mikulska, M [M.] y Demey, V [V.] (2012). Effects of dietary probiotic (*Pediococcus acidilactici*) supplementation on performance, nutrient digestibility, egg traits, egg yolk cholesterol, and fatty acid profile in laying hens. *Poultry Science*, 91(10), 2691–2700. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02370>
- Mikulski, D [Dariusz], Jankowski, J [Jan], Mikulska, M [Marzena] y Demey, V [Vanessa] (2020). Effects of dietary probiotic (*Pediococcus acidilactici*) supplementation on productive performance, egg quality, and body composition in laying hens fed diets varying in energy density. *Poultry Science*, 99(4), 2275–2285. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.11.046>
- Ministerio de Agricultura Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2017). *Tungurahua, centro productor de huevo de mesa*. <http://www.maizysoya.com/lector.php?id=20170307&tabla=articulos>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2006). *Inocuidad y calidad de los Alimentos: Probióticos*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/food/food-safety-quality/a-z-index/probiotics/es/>
- Reyes Hernandez (2002). Análisis económico de experimentos agrícolas. *La Calera*, 2(2), 40-48. <https://lcalera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/28>
- Rocha, A., Abreu, R., Costa, M., Oliveria, G., Albinati, R., Paz, A. y Queiroz, L. (2010). Prebióticos, ácidos orgánicos e probióticos em rações para frangos de corte. *Revista Brasileira De Saúde E Produção Animal*, 11, 793–801.

Zhang, J. L., Xie, Q. M., Ji, J., Yang, W. H., Wu, Y. B., Li, C., Ma, J. Y. y Bi, Y. Z. (2012). Different combinations of probiotics improve the production performance, egg quality, and immune response of layer hens. *Poultry Science*, *91*(11), 2755–2760. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02339>