



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Efecto de una fuente alternativa de fósforo al uso de fosfatos inorgánicos en alimentación de gallinas ponedoras de huevo comercial en la fase 2 de producción

Parra Imbaja, Cristian Andrés

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Ortiz Manzano, Mario Leonardo, Mgtr.

31 de julio del 2023



Nutrición

Nuevos nutrientes que logren cubrir los requerimientos energéticos y de producción (Paulino, 2021).

Enzimas

Logran sustituir, potencializar y optimizar la utilización de materias primas mejorando la alimentación (Yépez, 2022).

Fitasa

Liberan al fósforo para una mejor absorción y digestión del fósforo (Yépez, 2022).



El ácido fítico se encuentra inactivado temporalmente en ciertas materias primas

Empleo de fitasas exógenas mejora la disponibilidad mineral

Utilizando fitasas resulta una alternativa económica



General

Determinar el efecto de una fuente de fósforo soluble (Phosfit 300) como alternativa a los fosfatos inorgánicos en dietas para gallinas ponedoras.



Específicos

Determinar el efecto del Phosfit 300 sobre los parámetros zootécnicos en la fase 2 de gallinas ponedoras.

Determinar el efecto del Phosfit 300 sobre los parámetros de calidad de huevo.

Determinar los costos de producción.

Ponedora Lohmann Brown Classic

Producción de huevos	Edad al 50 % de producción	140 – 150 días	
	Pico de producción	93 – 95 %	
	12 meses de postura	315 – 320	
	Huevos por Gallina alojada	14 meses de postura	355 – 360
	16 meses de postura	400 – 405	
	12 meses de postura	20 – 20.5 kg	
	Masa de huevo por Gallina alojada	14 meses de postura	22.5 – 23.5 kg
	16 meses de postura	25.5 – 26.5 kg	
	12 meses de postura	63.5 – 64.5 g	
	Peso promedio de huevo	14 meses de postura	64 – 65 g
	16 meses de postura	64.5 – 65.5 g	
Características del huevo	Color	Marrón	
	Resistencia	>40 Newton	
Consumo de alimento	Producción	110 – 120 g/día	
Peso corporal	46 semanas	1.8 – 2 kg	
	Final de la producción	1.9 – 2.1 kg	
Viabilidad	Período de postura	93 – 95 %	

Nota. Recuperado de Lohmann Breeders, 2021.



Características físicas de un huevo comercial de gallina

Parámetro	Mínimo	Máximo	Unidades	Método
Color de yema	7	12	Unidades de color	Abanico colorimétrico
Grado de frescura	70	110	Unidades Haugh (UH)	Medición de Unidades Haugh
Cámara de aire	---	15	milímetros	Ovoscopia
Grosor de cáscara	0.28	0.37	milímetros	Medición directa
Gravedad específica	1.074	1.140	---	Solución salina

Nota. Recuperado de INEN 1973:2013, 2013.

Categoría de huevos de gallina disponibles para el consumo humano

Categoría	Descripción
AA	Huevos con un alto grado de frescura, presentan una yema redonda y libre de impurezas, clara firme y espesa, cáscara limpia e intacta.
A	Presentan características similares a los AA, a diferencia de la clara que no son tan firmes, este tipo de calidad se encuentran en los huevos que venden en tiendas.
B	Poseen yemas más anchas y planas, la clara es menos espesa, este tipo de huevos son utilizados en la industria de ovoproductos.

Nota. Recuperado de AskUSDA, 2020.



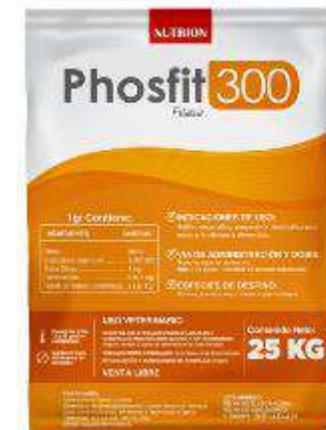
Phosfit 300

NUTRION

Composición de Phosfit 300 por cada gramo

Elemento	Unidad
Fitasa	300 U
Clostridium butyricum	1 x 10 ⁵ UFC
Ácido cítrico	1 mg
Cantaxantina	0.001 mg
Vehículo	Fuente de fósforo solubilizada c.s.p 1 g

Nota. Recuperado de Nutrion, 2022.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Hacienda “El Prado” – IASA 1, taller de Avicultura



Nota. Recuperado de Google Maps, 2023

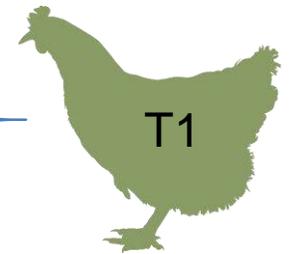
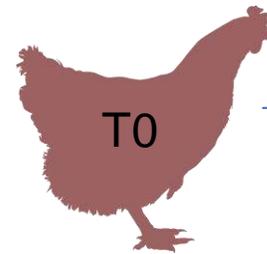
Ubicación geográfica

Altitud: 2748 msnm

Latitud: 0° 18' 53" S

Longitud: 78° 26' 36" O

Establecimiento del proyecto



Dietas experimentales	Tratamientos	Nº Repeticiones	T. U. E	Nº Aves por tratamiento
Fosfato mono cálcico 21/17	T0	80	5	400
Phosfit 300	T1	80	5	400
Total, de aves en el experimento				800

Fase de campo



Alimentación



Pesaje



Toma de datos



Recolección de huevos

Fase de laboratorio



Peso del huevo



Dureza de cáscara



Altura de albúmina, categorización, coloración de yema y Unidades Haugh



Grosor de cáscara

Conversión alimenticia

Tratamiento	Código	Medias	D.E	p-valor 0.05%
Fosfato mono cálcico	T0	2.08	0.21	A
Phosfit 300	T1	2.01	0.28	A

Nota. Medias con letras diferentes indican que existe una diferencia significativa, Tukey ($p < 0.05$).

Lohmann Breeders (2021) la conversión alimenticia debe encontrarse en un rango de 2.0 a 2.2 kg/kg masa de huevo

Peso de las aves

Tratamiento	Código	Medias	D.E	p-valor 0.05%
Fosfato mono cálcico	T0	1.92	0.02	A
Phosfit 300	T1	1.92	0.02	A

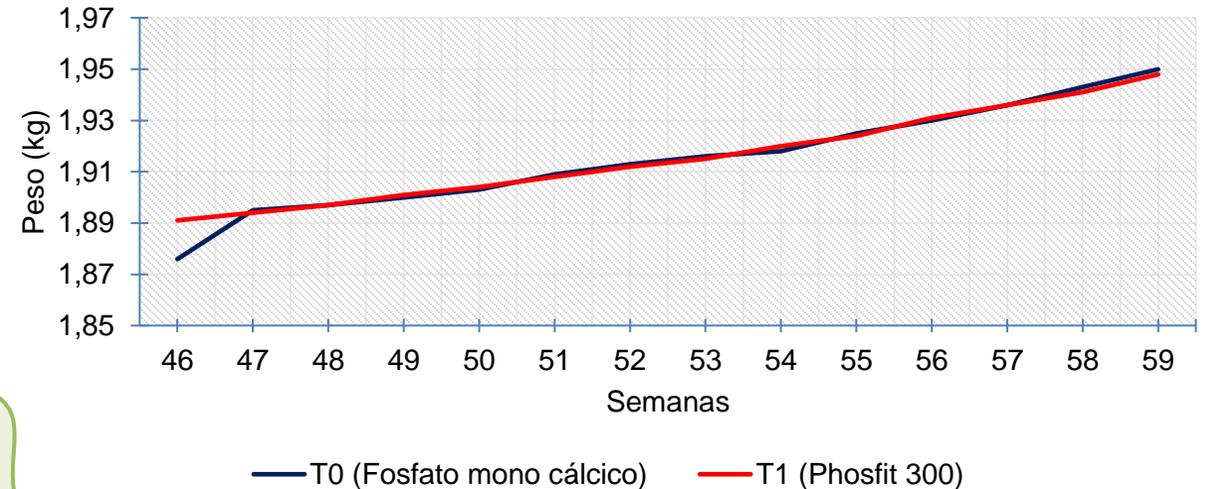
Nota. Medias con letras diferentes indican que existe una diferencia significativa, Tukey ($p < 0.05$).

Manual de manejo Lohmann Brown establece que para fase 2 las aves deben terminar con un promedio de 1.98 kg

Mortalidad

No se registró mortalidad

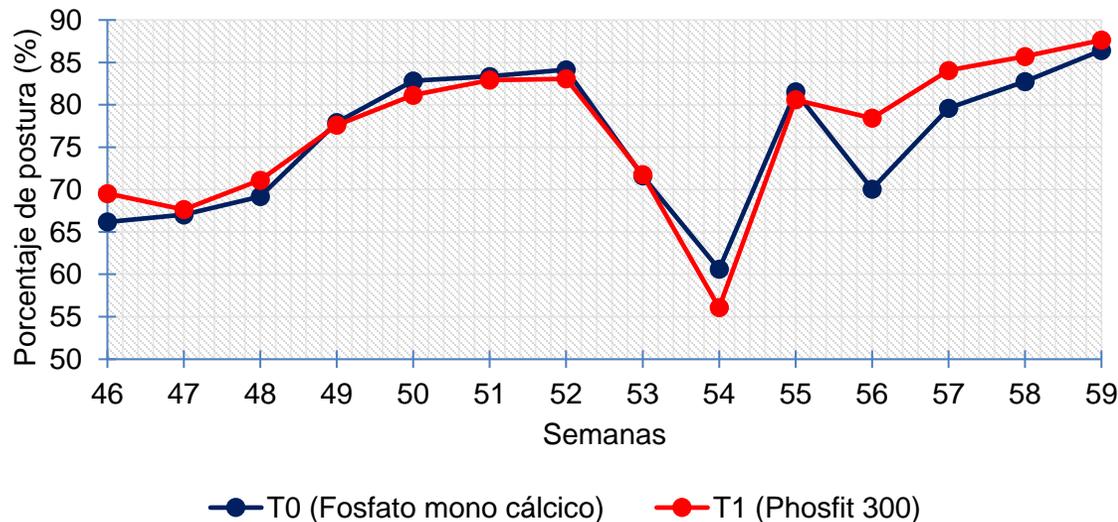
Parámetros zootécnicos



Porcentaje de postura

Tratamiento	Código	Medias	D.E	p-valor 0.05%
Fosfato mono cálcico	T0	75.94	8.24	A
Phosfit 300	T1	76.94	8.71	A

Nota. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes, Tukey ($p < 0.05$).

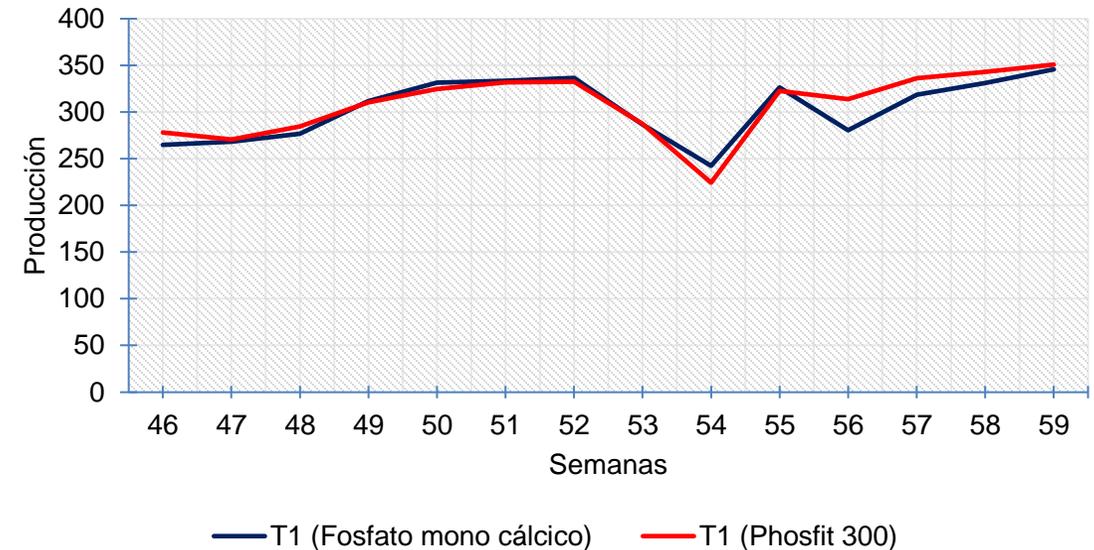


Lohmann Breeders (2021) indica que el porcentaje de postura promedio desde la semana 46 a la 59 es del 87 %

Producción por tratamiento

Tratamiento	Código	Medias	D.E	p-valor 0.05%
Fosfato mono cálcico	T0	303.71	32.97	A
Phosfit 300	T1	307.82	34.85	A

Nota. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes, Tukey ($p < 0.05$).



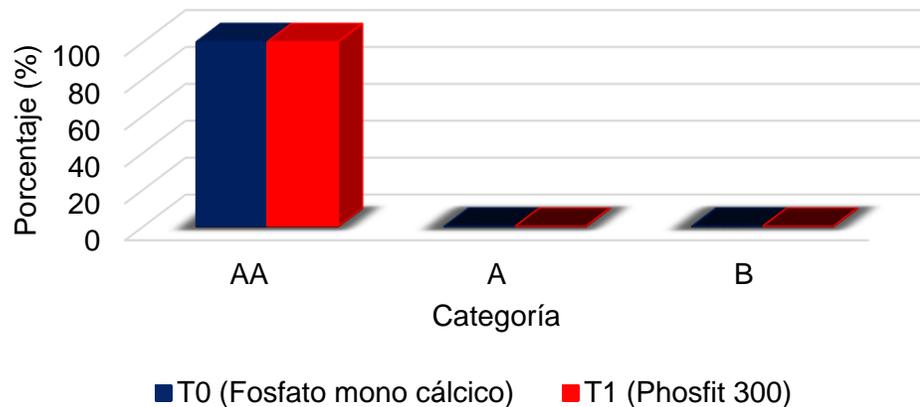
Quimpac (2020) menciona que una mejor asimilación del fósforo en el organismo del ave aumenta la producción de huevos

Altura de albúmina

Tratamiento	Código	Medias	D.E	p-valor 0.05%
Fosfato mono cálcico	T0	8.61	1.43	A
Phosfit 300	T1	8.86	1.39	B

Nota. Medias con letras diferentes indican que existe una diferencia significativa, Tukey ($p < 0.05$).

Categorización



Nota. Los huevos utilizados para este análisis fueron recolectados el mismo día de puesta.

La normativa INEN 1973:2013 establece un tamaño aproximado de 8 mm.

Calidad de huevo

AskUSDA (2020) menciona que huevos con esta categoría presentan una yema redonda, clara firme y espesa, cáscara intacta y libres de impurezas, considerándolos como huevos frescos o con un tiempo de almacenamiento menor a los 5 días.

Coloración de yema

Tratamiento	Código	Medias	D.E	p-valor 0.05%
Fosfato mono cálcico	T0	8.87	1.06	A
Phosfit 300	T1	8.83	0.97	A

Nota. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes, Tukey ($p < 0.05$).

Dureza de cáscara

Tratamiento	Código	Medias	D.E	p-valor 0.05%
Fosfato mono cálcico	T0	5.08	1.22	A
Phosfit 300	T1	5.10	1.08	A

Nota. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes, Tukey ($p < 0.05$).

Meza et al. (2018) explican que la coloración de la yema depende del contenido de xantofilas y carotenoides contenidos en el alimento concentrado.

Rodriguez (2019) indica que no existe un estándar industrial universal para la prueba de la resistencia de la cáscara del huevo, pero menciona ampliamente que los huevos deben soportar una fuerza de 35 Newton o 3,5 kgf (kilogramo fuerza) para sobrevivir al envío y la manipulación.

Grosor de cáscara

Tratamiento	Código	Medias	D.E	p-valor 0.05%
Fosfato mono cálcico	T0	0.37	0.04	A
Phosfit 300	T1	0.37	0.02	A

Nota. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes, Tukey ($p < 0.05$).

Peso del huevo

Tratamiento	Código	Medias	D.E	p-valor 0.05%
Fosfato mono cálcico	T0	64.09	4.52	A
Phosfit 300	T1	65.26	5.08	B

Nota. Medias con letras diferentes indican que existe una diferencia significativa, Tukey ($p < 0.05$).

Meza et al. (2018) explican que la coloración de la yema depende del contenido de xantofilas y carotenoides contenidos en el alimento concentrado.

Rodriguez (2019) indica que no existe un estándar industrial universal para la prueba de la resistencia de la cáscara del huevo, pero menciona ampliamente que los huevos deben soportar una fuerza de 35 Newton o 3,5 kgf (kilogramo fuerza) para sobrevivir al envío y la manipulación.

Unidades Haugh

Tratamiento	Código	Medias	D.E	p-valor 0.05%
Fosfato mono cálcico	T0	91.18	7.78	A
Phosfit 300	T1	93.33	7.15	B

Nota. Medias con letras diferentes indican que existe una diferencia significativa, Tukey ($p < 0.05$).

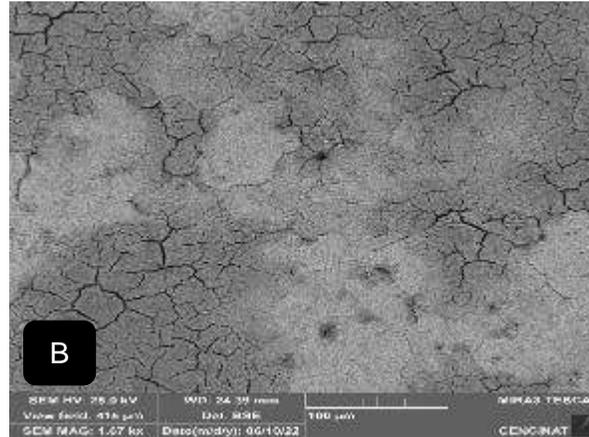
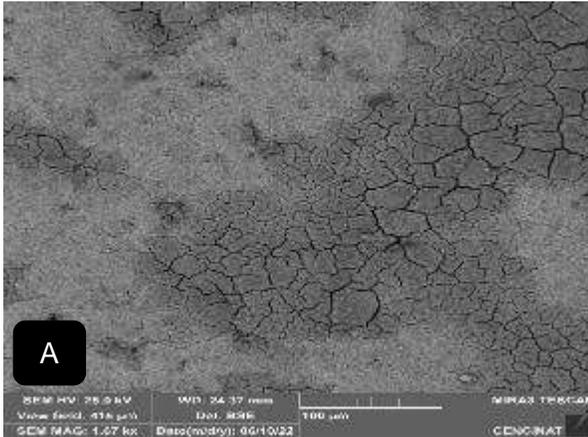
La normativa INEN 1973:2013 establece que los huevos frescos de gallina destinados para el consumo deben tener un valor de 70 o mayor a 90 UH.



Análisis SEM-EDS

Análisis SEM

Microscopía SEM realizada en la cáscara del huevo de los tratamientos T0 (Fosfato mono cálcico) y T1 (Phosfit 300)

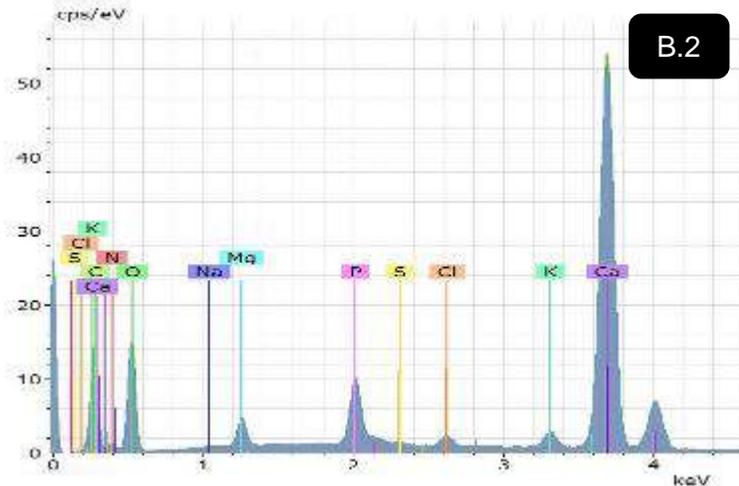
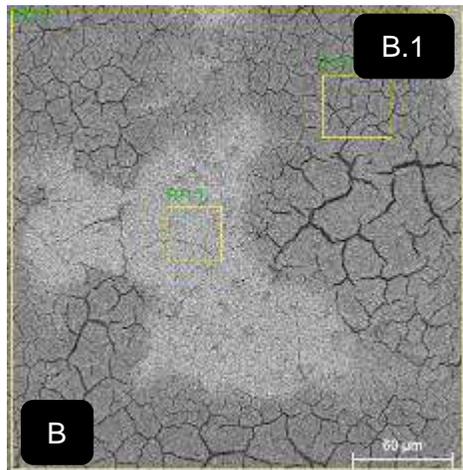
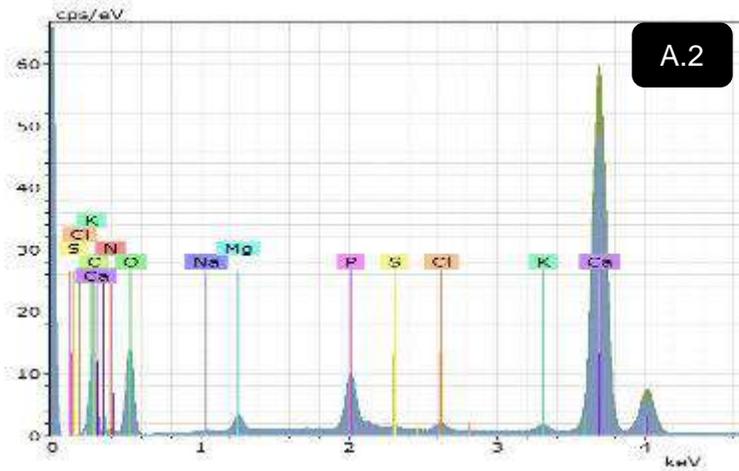
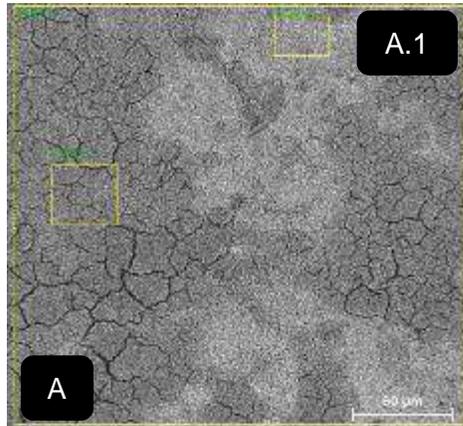


Nota. Análisis SEM: (A) Tratamiento T0 (Fosfato mono cálcico), (B) Tratamiento T1 (Phosfit 300).

ATRIA (2020) menciona que el análisis SEM permite visualizar la composición, forma, textura y topología de una muestra, con la finalidad de estudiar su morfología y estructura.

Manchas de tonalidad gris claro representan los elementos que poseen mayor peso atómico por ejemplo Ca, y las grietas son microfisuras que se forman durante el proceso de formación de cáscara.

Análisis SEM-EDS del tratamiento T0 (Fosfato mono cálcico) y T1 (Phosfit 300)



Análisis SEM-EDS

Tratamientos	Elemento (Porcentaje de masa)									
	C	N	O	Na	Mg	P	S	Cl	K	Ca
T0	19.48	5.07	46.40	0.10	0.77	1.85	0.11	0.22	0.36	25.65
T1	19.10	5.32	45.97	0.10	1.15	2.19	0.11	0.35	0.71	25.00
Diferencia	0.38	0.25	0.43	0	0.38	0.34	0	0.13	0.35	0.65

García et al. (2022) indican que la espectroscopía EDS permite visualizar los componentes que conforman la cáscara del huevo, por medio de una gráfica de picos que representa la energía dispersa de cada elemento.

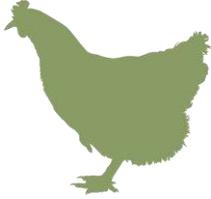
Nota. Comparación SEM-EDS en las muestras de: (A) Tratamiento T0 (Fosfato mono cálcico), (A.1) Análisis SEM, (A.2) Análisis EDS; (B) Tratamiento T1 (Phosfit 300), (B.1) Análisis SEM, (B.2) Análisis EDS. Autoría propia.

Análisis Económico

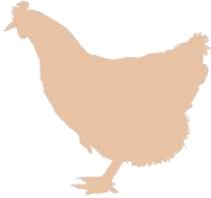


Concepto	Duración (Tres meses)	
	T0 (Fosfato mono cálcico)	T1 (Phosfit 300)
Nº Aves	400	400
Producción de huevos	25034	25312
Huevos rotos	126	119
Egresos		
Costo del alimento	1875.55	1802.43
Galponero	900	900
Suma	2775.55	2702.43
Ingresos		
Venta de huevos	2710.50	2739.75
Venta de huevos rotos	11.13	10.51
Gallinaza	80.00	80.00
Suma	2801.63	2830.26
Costo beneficio	1.01	1.05

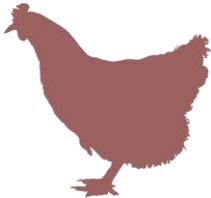
Nota. Un proyecto con un costo beneficio menor a 1 es rechazado. Autoría propia.



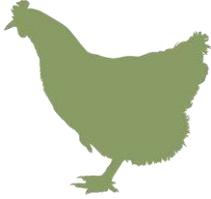
Mediante una prueba estadística de Tukey al 95 %, se registró diferencia significativa en los parámetros de calidad de huevo: altura de albúmina (8.86 mm), peso del huevo (65.26 g) y Unidades Haugh (93.33 UH) a favor del tratamiento T1 (Phosfit 300), por lo que se acepta la hipótesis alterna, la cual menciona que Phosfit 300 tiene efecto en los parámetros zootécnicos y calidad del huevo.



Al momento de suministrar una dieta con inclusión de Phosfit 300, no se encontró ninguna diferencia significativa sobre los parámetros zootécnicos, sin embargo, matemáticamente se observa una mayor producción de huevos al emplear Phosfit 300 (T1) obteniendo una producción promedio de 307 huevos con relación al tratamiento T0 (Fosfato mono cálcico) que obtuvo una producción promedio de 303 huevos.



Al momento de suministrar una dieta con inclusión de Phosfit 300, no se encontró ninguna diferencia significativa sobre los parámetros zootécnicos, sin embargo, matemáticamente se observa una mayor producción de huevos al emplear Phosfit 300 (T1) obteniendo una producción promedio de 307 huevos con relación al tratamiento T0 (Fosfato mono cálcico) que obtuvo una producción promedio de 303 huevos.



El análisis económico realizado durante tres meses, se observó que ambos tratamientos son rentables, ya que el costo/beneficio es superior a 1, a pesar de esto, el uso de Phosfit 300 en la elaboración de alimento concentrado mejora la calidad del huevo (Altura de albúmina, peso del huevo y Unidades Haugh) y una mayor concentración de minerales en la cáscara del huevo (N, Mg, P, Cl y K).



Se recomienda utilizar Phosfit 300 durante el periodo de postura fase 2 en gallinas ponedoras Lohmann Brown, debido a que mejora la calidad del huevo y aumenta la producción.

Realizar más estudios en gallinas ponedoras durante la fase 2 de postura, variando la cantidad del Phosfit 300 para determinar si la calidad del huevo y producción se mantiene o aumenta.

Continuar con los análisis de espectrometría, debido a que en la cáscara del huevo se puede determinar el porcentaje de masa de los elementos: C, N, O, Na, Mg, P, S, Cl, K, Ca y mediante los resultados que otorga este análisis se podría utilizar la cáscara del huevo como materia prima para la elaboración de otros productos en la industria farmacéutica, cosmética y alimentaria.





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Gracias

NUTRION



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA