

# Uso de aspartil proteasa (VTPRO) en pollos de engorde para consumo alimentados con dos niveles de proteína cruda y aminoácidos esenciales. Datos sobre el rendimiento.

## 1. Objetivo del ensayo

El objetivo de este estudio era comparar el rendimiento productivo, tras 42 días, de pollos de engorde con una dieta control estándar, dos dietas bajas en proteínas y aminoácidos (3 % de reducción, LP3, y 6 % de reducción, LP6), y tres niveles de aspartil proteasa añadida a la dieta LP6. Las dietas están descritas en la sección Plan de Alimentación y su composición se muestra en las tablas 1 a 3.

## 2. Diseño experimental

### 2.1. Manejo de los animales

El experimento se realizó a suelo en los corrales de la Unidad 1 de Experimentación Animal de Tekzol, situada en la localidad de Palmira (Departamento del Valle del Cauca), Colombia. Esta unidad se encuentra situada en una región templada, a 1000 metros sobre el nivel del mar y cerca del ecuador. La densidad para este ensayo fue de 8 pollos/m<sup>2</sup>. Los pollos se criaron en local limpio y desinfectado, tras un vacío sanitario adecuado previo al comienzo del ensayo. Como cama se utilizó una capa de viruta de madera nueva de una profundidad de 10-15 cm, desinfectada con amonio cuaternario y glutaraldehído. Los comederos eran del mismo tipo y tamaño. Cada comedero se identificó con un marcador coloreado que informaba del tipo de alimento recibido. Los pollos dispusieron de alimento y agua a voluntad durante todo el ensayo. En cada cambio de dieta se vaciaron los comederos, los restos, en caso de haberlos, se pesaron y los comederos se rellenaron con el alimento nuevo. Este proceso se realizaba muy cuidadosamente para evitar derramar alimento. Se registraron diariamente el aspecto general de los animales, temperatura, iluminación, agua, alimento, condición de la yacija y mortalidad. Los animales que tuvieron un rendimiento muy pobre se eliminaron del estudio y se registraron la fecha de eliminación y el peso, para ajustar los datos.

### 2.2. Animales, alojamiento y diseño

Se usaron para el experimento pollos de engorde Cobb 500, de un día de edad, obtenidos de un proveedor local. Los animales se pesaron y marcaron con bandas de ala que contenían números identificativos únicos y se distribuyeron al azar en corrales según tratamiento y repetición. Los animales se controlaron individualmente durante el experimento, convirtiendo de esta forma cada animal en una unidad experimental de aumento de peso.

La estructura experimental siguió un diseño totalmente aleatorio (RCD por sus siglas en inglés) e incluyó 6 tratamientos: una dieta control positivo (PC); dos dietas control negativo (LP3 y LP6) reformuladas para reducir su contenido en aminoácidos esenciales en un 3 % y 6 % respectivamente, con reducción simultánea de los niveles de proteína cruda; y tres dietas creadas a partir de la dieta LP6, que contenían 50, 100 y 150 ppm de aspartil proteasa (VTPRO). Cada tratamiento tenía 5 réplicas de 24 animales cada una. Los comederos se codificaron por colores de acuerdo con la dieta que debían contener y los tratamientos, y las réplicas se distribuyeron en corrales de la siguiente forma:

Código	Control	LP3	LP6	50 ppm	100 ppm	150 ppm		
Letra	A	B	C	D	E	F		
Color	Blanco	Azul	Verde	Rojo	Naranja	Amarillo		
Corral	1	2	3	4	5	6	7	8
Dieta/Réplica	B4	A2	D3	A5	A4	E3	F4	E1
Corral	16	15	14	13	12	11	10	9
Dieta/Réplica	F3	E4	B5	D4	B1	F1	C5	D5
Corral	17	18	19	20	21	22	23	24
Dieta/Réplica		F2	C3	A3	B2	C4	E5	B3
Corral	32	31	30	29	28	27	26	25
Dieta/Réplica		A1	D1	E2	C2	D2	C1	F5

### 2.3. Programa de alimentación

El programa de alimentación constó de tres fases: fase de preinicio, del día 1 al 10; fase de iniciación, del día 11 al 23; y fase de crecimiento, del día 24 al 42. El alimento se suministró a voluntad. La dieta control fue una ración comercial a base de maíz y soja para cumplir los requisitos de la raza (Cobb 500) establecidos por su productor para pollos recién nacidos (Cobb-Vantress, 2018). La composición de los alimentos y el análisis nutritivo de todas las dietas se recogen en las Tablas 1 a 3. Las dietas contenían un 1 % de Celite®, una Fuente de ceniza no digerible, con la finalidad de realizar estudios de digestibilidad de nutrientes.

**Tabla 1. Composición y análisis nutritivo de las dietas experimentales de preinicio.**

Ingrediente	PC	LP3	LP6	Nutriente	PC	LP3	LP6
Maíz amarillo	561,74	585,64	608,55	Proteína cruda, %	24,26	22,80	21,44
Harina de soja	259,24	259,19	259,11	Extracto etéreo, %	4,41	4,60	4,80
Harina de gluten de maíz	55,56	33,05	10,00	Calcio, %	0,90	0,90	0,90
Harina de sangre	42,58	40,00	39,24	P disponible, %	0,45	0,45	0,45
Aceite de palma	21,53	23,16	24,89	Fibra cruda, %	2,05	2,08	2,10
Pulpa de cítricos deshidratada	24,32	24,35	24,37	EM, kcal/kg	3000	3000	3000
Celite	10,00	10,00	10,00	Ácido linoleico, %	1,48	1,52	1,55
Carbonato cálcico	6,07	6,06	6,05	Electrolitos, mEq/kg	200	200	200
Premezcla Vit-Min	6,00	6,00	6,00	Sodio, %	0,229	0,219	0,214
Bicarbonato de sodio	2,80	2,76	2,58	Almidón, %	35,75	36,92	38,02
DL-metionina	3,77	3,70	3,50	Cloro, %	0,285	0,272	0,266
Colina HCl 60%	1,20	1,20	1,20	Potasio, %	0,780	0,780	0,780
Lisina L HCl	1,55	1,52	1,26	Lisina, %	1,260	1,222	1,180
Treonina L	0,84	0,77	0,65	Metionina, %	0,707	0,672	0,625
Sal	2,79	2,60	2,60	Met+cys, %	1,008	0,953	0,887
Total	1000,0	1000,0	1000,0	Treonina, %	0,856	0,806	0,755
				Triptófano, %	0,243	0,234	0,227
				Arginina, %	1,226	1,184	1,146
				Isoleucina, %	0,781	0,733	0,684
				Leucina, %	2,227	1,991	1,764
				Valina	1,148	1,075	1,014

**Tabla 2. Composición y análisis nutritivo de las dietas experimentales de iniciación.**

Ingrediente	PC	LP3	LP6	Nutriente	PC	LP3	LP6
Maíz amarillo	567,65	561,63	587,47	Proteína cruda, %	22,32	21,51	20,58
Harina de soja	258,74	281,30	262,56	Extracto etéreo, %	6,481	6,64	6,77
Harina de gluten de maíz	45,00	35,58	29,53	Calcio, %	0,78	0,78	0,78
Harina de sangre	20,00	10,00	10,00	P disponible, %	0,42	0,42	0,42
Aceite de palma	57,04	61,98	59,50	Fibra cruda, %	2,06	2,08	2,10
Pulpa de cítricos deshidratada	19,85	19,65	19,86	EM, kcal/kg	3100	3100	3100
Celite	10,00	10,00	10,00	Ácido linoleico, %	1,70	1,72	1,75
Carbonato cálcico	5,22	5,19	5,19	Electrolitos, mEq/kg	200	200	200
Premezcla Vit-Min	6,00	6,00	6,00	Sodio, %	0,214	0,201	0,213
Bicarbonato de sodio	2,00	1,32	2,00	Almidón, %	36,11	36,59	37,25
DL-metionina	3,19	2,91	2,72	Cloro, %	0,260	0,243	0,260
Colina HCl 60%	0,85	0,85	0,85	Potasio, %	0,783	0,790	0,790
Lisina L HCl	1,11	1,05	1,29	Lisina, %	1,275	1,239	1,190
Treonina L	0,47	0,18	0,12	Metionina, %	1,120	1,090	1,050
Sal	2,88	2,37	2,93	Met+cys, %	0,649	0,610	0,577
Total	1000,0	1000,0	1000,0	Treonina, %	0,932	0,885	0,844
				Triptófano, %	0,772	0,730	0,682
				Arginina, %	0,226	0,220	0,211
				Isoleucina, %	1,176	1,158	1,132
				Leucina, %	0,750	0,737	0,719
				Valina	1,979	1,863	1,743

**Tabla 3. Composición y análisis nutricional de las dietas experimentales de crecimiento.**

Ingrediente	PC	LP3	LP6	Nutriente	PC	LP3	LP6
Maíz amarillo	570,77	580,38	592,80	Proteína cruda, %	21,46	20,95	19,89
Harina de soja	263,19	266,91	266,97	Extracto etéreo, %	7,93	8,41	8,21
Harina de gluten de maíz	40,00	31,46	23,35	Calcio, %	0,76	0,76	0,76
Harina de sangre	30,00	24,43	18,89	P disponible, %	0,38	0,38	0,38
Aceite de palma	42,30	43,78	44,90	Fibra cruda, %	2,04	2,09	2,08
Pulpa de cítricos deshidratada	22,39	22,37	22,40	EM, kcal/kg	3180	3180	3180
Celite	10,00	10,00	10,00	Ácido linoleico, %	1,85	1,89	1,89
Carbonato cálcico	4,09	4,08	4,06	Electrolitos, mEq/kg	190	190	190
Premezcla Vit-Min	6,00	6,00	6,00	Sodio, %	0,201	0,160	0,199
Bicarbonato de sodio	2,50	2,47	2,50	Almidón, %	35,97	35,52	36,99
DL-metionina	3,45	3,18	2,98	Cloro, %	0,260	0,223	0,260
Colina HCl 60%	1,00	1,00	1,00	Potasio, %	0,770	0,812	0,777
Lisina L HCl	0,97	1,07	1,13	Lisina, %	1,050	1,020	0,990
Treonina L	0,57	0,38	0,18	Metionina, %	0,619	0,583	0,549
Sal	2,76	2,50	2,83	Met+cys, %	0,899	0,861	0,814
Total	1000,0	1000,0	1000,0	Treonina, %	0,735	0,693	0,653
				Triptófano, %	0,213	0,211	0,200
				Arginina, %	1,141	1,163	1,101
				Isoleucina, %	0,748	0,765	0,720
				Leucina, %	1,929	1,815	1,712
				Valina	0,953	0,897	0,851

#### 2.4. Registros

Peso vivo. Todos los animales se pesaron individualmente a los días 0, 7, 14, 21, 28, 35, y 42, al final del experimento. Todos los pesajes se realizaron con una báscula electrónica con precisión de  $\pm 1$  g.

Consumo aparente. Se registró la desaparición de alimento en los cambios de dieta. Se calculó el consumo medio diario, el crecimiento medio y el índice de conversión medio por corral.

El índice de conversión ajustado por mortalidad se calculó del siguiente modo: consumo total de alimento por periodo y corral / (peso vivo total del corral + peso de las aves muertas por corral)-peso vivo total del corral en el periodo anterior.

Se registró la mortalidad y se pesaron los animales muertos para ajustar el rendimiento del periodo teniendo en cuenta este parámetro.

A lo largo del experimento se registró el número de animales con heces pastosas o cualquier otra eventualidad.

#### 3. Análisis estadístico

Los datos obtenidos se someten a un análisis de varianza (ANOVA) para determinar el efecto de las dietas experimentales sobre el rendimiento productivo de los pollos, usando SPSS. En condiciones normales se utilizó el modelo general lineal con análisis multivariado de varianza. Todas las declaraciones de significancia se basaron en un nivel de probabilidad de  $p < 0,05$ . Asumiendo igualdad de varianzas (el resultado de Levene no era significativo), se utilizó la prueba de rango múltiple de Duncan (DMR) o Tukey (HSD) para separar las medias. Si el resultado de la prueba de Levene fuera significativo para alguna de las mediciones, se aplicarían las pruebas Dunnett T3 o Kruskal-Wallis. Hay que tener en cuenta que la dieta que se compara con los tratamientos es la LP3.

#### 5. Resultados

El experimento se desarrolló sin alteraciones. No surgieron problemas y los animales crecieron a buen ritmo.

##### Peso vivo

Las tablas 4 a 6 muestran la media de peso vivo de todos los tratamientos, por sexo y para la población total del experimento. El análisis estadístico compara la dieta LP3 con la LP6+tratamientos con VTPro.

Todos los animales, independientemente del sexo, experimentan una disminución lineal del peso con la reducción de aminoácidos esenciales y proteína cruda de la dieta.

**Tabla 4. Peso vivo semanal de los pollos machos del experimento**

Semana	PC	LP3	LP6	VTP50	VTP100	VTP150
1	180	175 <sup>a</sup>	165 <sup>b</sup>	172 <sup>a</sup>	173 <sup>a</sup>	168 <sup>b</sup>
2	457	424 <sup>a</sup>	404 <sup>b</sup>	419 <sup>a</sup>	431 <sup>a</sup>	414 <sup>a</sup>
3	956	900 <sup>a</sup>	860 <sup>b</sup>	812 <sup>a</sup>	908 <sup>a</sup>	895 <sup>a</sup>
4	1601	1525 <sup>a</sup>	1463 <sup>b</sup>	1535 <sup>a</sup>	1513 <sup>a</sup>	1505 <sup>a</sup>
5	2269	2184 <sup>a</sup>	2056 <sup>b</sup>	2074 <sup>b</sup>	2196 <sup>a</sup>	2130 <sup>a</sup>
6	2914	2788 <sup>a</sup>	2630 <sup>b</sup>	2628 <sup>b</sup>	2787 <sup>a</sup>	2746 <sup>a</sup>

**Tabla 5. Peso vivo semanal de los pollos hembras del experimento**

Semana	PC	LP3	LP6	VTP50	VTP100	VTP150
1	171	168 <sup>a</sup>	156 <sup>b</sup>	165 <sup>a</sup>	172 <sup>a</sup>	161 <sup>a</sup>
2	429	408 <sup>a</sup>	379 <sup>b</sup>	399 <sup>a</sup>	414 <sup>a</sup>	384 <sup>a</sup>
3	865	852 <sup>a</sup>	778 <sup>b</sup>	820 <sup>a</sup>	835 <sup>a</sup>	800 <sup>b</sup>
4	1400	1403 <sup>a</sup>	1285 <sup>b</sup>	1340 <sup>b</sup>	1359 <sup>a</sup>	1313 <sup>b</sup>
5	1905	1889 <sup>a</sup>	1770 <sup>b</sup>	1791 <sup>b</sup>	1901 <sup>a</sup>	1846 <sup>b</sup>
6	2510	2440 <sup>a</sup>	2211 <sup>b</sup>	2294 <sup>b</sup>	2416 <sup>a</sup>	2321 <sup>b</sup>

**Tabla 6. Peso vivo semanal total del experimento**

Semana	PC	LP3	LP6	VTP50	VTP100	VTP150
1	174	172 <sup>a</sup>	162 <sup>b</sup>	168 <sup>a</sup>	174 <sup>a</sup>	165 <sup>b</sup>
2	443	416 <sup>a</sup>	391 <sup>b</sup>	409 <sup>a</sup>	423 <sup>a</sup>	399 <sup>b</sup>
3	911	876 <sup>a</sup>	818 <sup>b</sup>	866 <sup>a</sup>	874 <sup>a</sup>	848 <sup>b</sup>
4	1508	1462 <sup>a</sup>	1371 <sup>b</sup>	1435 <sup>a</sup>	1437 <sup>a</sup>	1410 <sup>b</sup>
5	2086	2033 <sup>a</sup>	1905 <sup>b</sup>	1930 <sup>b</sup>	2047 <sup>a</sup>	1982 <sup>a</sup>
6	2706	2611 <sup>a</sup>	2406 <sup>b</sup>	2456 <sup>b</sup>	2596 <sup>a</sup>	2537 <sup>a</sup>

**a, b: valores con exponentes distintos son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )**

A lo largo del experimento, la dieta LP6 resultó en un peso semanal significativamente inferior ( $p < 0.05$ ) que la mayoría del resto de las dietas

Al comparar con la dieta LP3, el peso vivo de las aves alimentadas con VTP100 no era diferente ( $p < 0.05$ ). En lo que respecta al peso vivo, podemos afirmar que la respuesta a la dieta VTP100 (con un 6 % menos de aminoácidos esenciales y proteína cruda, y suplementada con 150 ppm de aspartil proteasa) fue idéntica a la de la dieta LP3.

El peso vivo de las aves alimentadas con VTP150 no fue diferente ( $p < 0.05$ ) al de las dietas LP3 y VTP100. Existe evidencia escrita de que el exceso de proteasa puede ser perjudicial para el crecimiento de las aves, y los resultados de este experimento parecen sugerir lo mismo. Únicamente en las dos últimas semanas de este experimento, el peso vivo de las aves con esta dieta no fue diferente ( $p < 0,05$ ) del de la dieta LP3, pero los valores  $p$  calculados para estas dos semanas fueron solo 0,167 y 0,135 para las semanas 5 y 6, respectivamente.

La dieta VTP50 es claramente insuficiente para compensar la drástica reducción de aminoácidos y proteína cruda realizada en este experimento, y los valores de peso vivo fueron significativamente ( $p < 0,05$ ) inferiores a los de las dietas LP3 y VTP100.

### Consumo de alimento

El consumo de alimento de todos los tratamientos aparece en las tablas 7 a 9. No hay diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en el consumo de alimento entre tratamientos en los valores acumulados al día 42.

**Tabla 7. Consumo de alimento semanal de los pollos machos del experimento**

Semana	PC	LP3	LP6	VTP50	VTP100	VTP150
1	158	151	157	148	152	149
2	531	514	527	507	520	503
3	1191	1171	1178	1154	1172	1139
4	2267	2229	2202	2189	2212	2139
5	3381	3313	3376	3281	3340	3206
6	4815	4601	4665	4548	4620	4453

**Tabla 8. Consumo de alimento semanal de los pollos hembras del experimento**

Semana	PC	LP3	LP6	VTP50	VTP100	VTP150
1	147	148	151	140	148	144
2	506	507	515	486	509	488
3	1112	1120	1126	1075	1113	1092
4	2012	1998	2007	1921	2003	1972
5	3148	2918	2941	2871	2949	2937
6	4162	4138	4074	4011	4062	4081

**Tabla 9. Consumo de alimento total del experimento**

Semana	PC	LP3	LP6	VTP50	VTP100	VTP150
1	153	150	154	144	150	147
2	518	511	521	497	514	496
3	1152	1146	1152	1114	1142	1116
4	2140	2114	2105	2055	2108	2056
5	3265	3115	3159	3076	3144	3072
6	4588	4369	4369	4280	4341	4267

### Índice de conversión alimenticia

Las tablas 10 a 12 muestran el índice de conversión medio del experimento.

**Tabla 10. Índice de conversión alimenticia semanal de los pollos machos del experimento.**

Semana	PC	LP3	LP6	VTP50	VTP100	VTP150
1	0,872	0,866	0,950	0,860	0,879	0,887
2	1,161	1,212	1,305	1,212	1,206	1,214
3	1,246	1,302	1,369	1,421	1,290	1,272
4	1,417	1,462	1,506	1,425	1,461	1,421
5	1,489	1,518	1,644	1,581	1,521	1,504
6	1,653	1,650	1,774	1,731	1,658	1,622

**Tabla 11. Índice de conversión alimenticia semanal de los pollos hembras del experimento.**

Semana	PC	LP3	LP6	VTP50	VTP100	VTP150
1	0,860	0,881	0,968	0,848	0,860	0,894
2	1,179	1,243	1,359	1,218	1,229	1,271
3	1,286	1,315	1,447	1,311	1,333	1,365
4	1,437	1,424	1,562	1,434	1,474	1,502
5	1,652	1,545	1,662	1,603	1,551	1,591
6	1,658	1,696	1,843	1,748	1,681	1,758

**Table 12. Índice de conversión alimenticia total del experimento**

Semana	PC	LP3	LP6	VTP50	VTP100	VTP150
1	0,869	0,872	0,960	0,854	0,870	0,891
2	1,171	1,227	1,332	1,214	1,218	1,243
3	1,266	1,308	1,409	1,366	1,312	1,319
4	1,427	1,443	1,533	1,430	1,468	1,462
5	1,571	1,531	1,652	1,592	1,536	1,548
6	1,655	1,673	1,808	1,740	1,669	1,690

No hubo diferencias significativas en cuando al índice de conversión alimenticia entre grupos.

### Conclusión

La disminución del contenido de proteínas y aminoácidos en la dieta provoca un descenso lineal del peso vivo de los pollos de engorde. El experimento consistía en tratar de recuperar e incluso superar el rendimiento de los pollos hasta el nivel de la dieta LP3 a base de añadir dosis medidas de aspartil proteasa (VTPro) a la dieta LP6.

Los pollos alimentados con las dietas LP6 que contenían dosis crecientes de aspartil proteasa mostraron una respuesta cuadrática ( $p < 0,05$ ) en el peso vivo, con un valor óptimo de 100 ppm tanto en machos como en hembras y en la población total de las dietas con suplementos.

La dieta VTP100 (LP6 + 100 ppm de VTPro) revierte completamente el impacto negativo en el crecimiento de la reducción en la dieta del 6% de aminoácidos esenciales y proteína cruda, e iguala el rendimiento con el de la dieta LP3.

No hubo diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en el consumo de alimento ni en el índice de conversión alimenticia entre los grupos. En cuanto al índice de conversión alimenticia, el mejor valor numérico al final del experimento fue para la dieta VTP100.

Podemos concluir que la disminución en un 3 % de los aminoácidos esenciales y la proteína cruda en la dieta de los pollos de engorde hasta los 42 días de edad, provoca una reducción de su peso vivo al final de la fase de crecimiento. La adición de 100 ppm de una aspartil proteasa (VTPro) recuperará por completo el aumento de peso sin ninguna otra implicación en el rendimiento. Esto puede constituir una mejora potencial de la economía de la producción de pollos de engorde para consumo.

2 de junio de 2020

Juan Javierre. DVM-DOM-MBA

Director I+D

Tekzol Research