3731

UTILIZACION DE PAPA EN DIETAS PARA LEVANTE DE POLLAS SEMIPESADAS

TESIS

Presentada al Programa de Estudios para Graduados en Ciencias Agrarias

Universidad Nacional - Instituto Colombiano Agropecuario

Por:

JOSE DANIEL MORA SORIANO

Como requisito parcial para optar al grado de

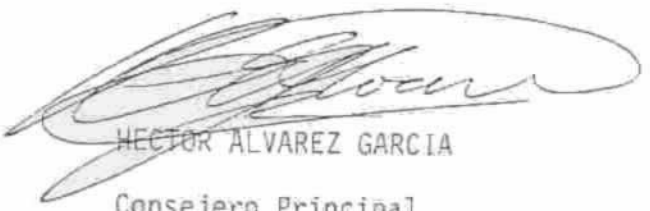
MAGISTER SCIENTIAE

Bogotá, Colombia

1984

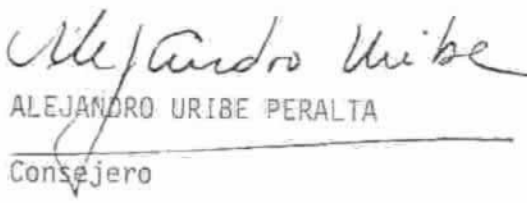
TESIS APROBADA POR

COMITE CONSEJERO



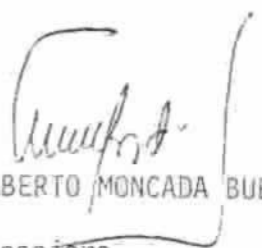
HECTOR ALVAREZ GARCIA M.S.

Consejero Principal



ALEJANDRO URIBE PERALTA Ph.D.

Consejero



ALBERTO MONCADA BUENO M.S.

Consejero

El Presidente de Tesis y el Consejo Examinador de Grado, no serán responsables de las ideas emitidas por el Candidato.

(Artículo 217 de los Estatutos de la Universidad Nacional).

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

DEDICO A:

Mis Padres

Marina y Ana María.

AGRADECIMIENTOS

En especial a los doctores ROBERTO SABOGAL y GERMAN AFANADOR T., por su permanente ayuda y estímulo en la realización del trabajo.

Al Programa de Porcinos por la colaboración que me brindaron.

A todos los funcionarios del Programa de Avicultura; en especial al señor JOSE REYES y la señorita MARIA EUGENIA GALVIS P.

CONTENIDO

		Página
1.	INTRODUCCION	1
2.	REVISION DE LITERATURA	2
2.1	LA PAPA GENERALIDADES	2
2.1.1	Composición química-bromatológica	2
2.1.2	Compuestos inhibidores de la digestion proteica	7
2.2	VALOR NUTRICIONAL DE LA PAPA	8
2.2.1	Ensayos de Digestibilidad	9
2.2.2	Ensayos de Alimentación	16
3.	MATERIALES Y METODOS	23
3.1	MATERIAL EXPERIMENTAL A EVALUAR	23
3.2	EXPERIMENTO No. 1: Determinación de la Energía Metabolizable Verdadera (EMV)	23
3.3	EXPERIMENTO No. 2: Comportamiento de Pollas Suplementadas con harina de papa sin cocinar durante el período de crecimiento	25
3.4	EXPERIMENTO No. 3: Comportamiento de Pollas Suplementadas con harina de papa cocida durante el período de crecimiento	27
3.5	ANALISIS ESTADISTICO	28
4.	RESULTADOS	30

Página

5. DISCUSION 39

6. CONCLUSIONES 43

7. RESUMEN 45

8. SUMMARY 47

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 49

ANEXOS 55

LISTA DE TABLAS

TABLA		Página
1	Composición químico-bromatológica del tubérculo de la papa.	4
2	Composición de aminoácidos de la papa en mg/g de nitrógeno	6
3	Ejemplo comparativo del contenido de lisina, triptofano y aminoácidos azufrados de la papa, maíz y sorgo	7
4	Enzimas inactivadas por inhibidores proteasa aislados de la papa (Solanum tuberosum)	9
5	Efecto de la fuente de almidón y porcentaje en la dieta sobre la ganancia de peso, consumo de alimento y retención de nutrientes en pollos de engorde	11
6	Coeficientes de digestibilidad aparente para la papa cruda y cocinada determinados en cerdos	12
7	Influencia de la papa cruda sobre la digestibilidad de la energía y la retención del Nitrógeno de la dieta	14
8	Coeficiente promedio de digestibilidad aparente (%) para la Materia Orgánica, Almidón, Nitrógeno y Lisina	15
9	Coeficientes de digestibilidad aparente y de retención de nitrógeno	17

		Página
10	Comparación del maíz y la papa en términos de Energía y Nitrógeno Digestibles.	19
11	Efecto de la suplementación de papa cocida deshidratada sobre la ganancia de peso y consumo en pollos de engorde	21
12	Análisis proximal de las materias primas utilizadas en las dietas.	23
13	Composición estimada de las dietas utilizadas.	26
14	Dietas experimentales suplementadas con papa sin cocinar	26
15	Dietas experimentales suplementadas con papa cocida.	28
16	Valores de Energía Metabolizable Aparente y Verdadera del material experimental.	31
17	Efecto de la suplementación de papa sin cocinar sobre el consumo en pollonas doble fin.	32
18	Efecto de la suplementación de papa sin cocinar sobre la ganancia de peso en pollonas doble fin.	34
19	Efectos de la suplementación de papa cocida sobre el consumo en pollonas doble fin.	36
20	Efecto de la suplementación de papa cocida sobre la ganancia de peso en pollonas doble fin.	37

LISTA DE FIGURAS

FIGURA Página

1 Efecto de la suplementación de papa sin cocinar (x) sobre el consumo acumulado en pollonas doble fin de la 8a.-16a. semana. 33

2. Efecto de la suplementación de papa sin cocinar (x) sobre la ganancia de peso (g) en pollonas doble fin de la 8a.-16a. semana. 35

3. Efectos de la suplementación de papa cocida (x) sonre el consumo acumulado en pollonas doble fin de la 8a. - 15a. semana de edad. 38

LISTA DE TABLAS DEL ANEXO

TABLA		Página
1	Análisis de varianza para consumo acumulado de alimento en pollonas suplementadas con papa sin cocinar.	56
2	Análisis de varianza para consumo acumulado de alimento en pollonas suplementadas con papa cocida .	57
3	Análisis de varianza para ganancia de peso en pollonas suplementadas con papa sin cocinar .	58
4	Análisis de varianza para ganancia de peso en pollonas suplementadas con papa cocida .	59

1. INTRODUCCION

Uno de los problemas de los mezcladores de alimento y de los nutricionistas es la escasez de materias primas tradicionales y la poca disponibilidad de otras no tradicionales que se puedan incluír en un alimento completo.

En el país, el cultivo de la papa ocupa um lugar importante dentro de la actividad agrícola de clima frío y anualmente se cosechan dos millones de toneladas, de las cuales un 15 a 20% corresponde a papa deforme cortada y/o riche. El margen del producto que no tiene acceso al mercado se puede incrementar en algunas épocas de cosecha abundante lo cual hace bajar los precios y ocasiona un desestímulo al agricultor.

La papa que por alguna de estas razones deja de ser comercializada, podría constituír una fuente potencial de alimento animal en reemplazo de algunos cereales tales como maíz y/o sorgo, claro está, siempre y cuando los precios de ella lo permita. Sin embargo, el recurso de una tecnología de procesamiento que se pueda aplicar a nivel industrial en una forma eficiente y económica, constituirá un problema que de no desarrollarse limitará la diversificación de su uso.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 LA PAPA. GENERALIDADES.

La papa (Solanum tuberosum) es una planta originaria de los Andes de Sur-américa. Su domesticación y cultivo se inició hace miles de años en la cuenca del lago Titicaca, área comprendida entre el Perú y Bolivia sobre 3.800 metros de altitud, Luján (19).

En referencia de Bacigalupo (1),la papa conjuntamente con otros alimentos autóctonos se constituyó en un elemento fundamental de la alimentación popular que permitió crecer y desarrollar una próspera civilización.

2.1.1 Composición Química-Bromatológica.

La literatura foránea sobre la constitución química de la papa es amplia y es difícil de obtener un cuadro preciso sobre su composición ya que ésta varía ampliamente de acuerdo con la variedad,tipo de suelo, condiciones medio-ambientales durante crecimiento y almacenamiento, Schwimmers y Burr (28).

Según la revisión realizada por Burton (6) la composición de la Materia Seca (M.S.) de la papa entera corresponde a los siguientes rangos (g/kg): Almidón, 600-800 g, Azúcares, 10-30, Nitrógeno total, 10-20, Nitrógeno proteíco, 5-10, Grasa, 3-5, Fibra cruda, 20-40 y Cen s, 40-60.

El principal constituyente de la papa es el almidón (Tabla 1), de allí que sea un alimento potencialmente energético, a más de presentar un bajo contenido de fibra.

Durante el almacenamiento se producen algunos cambios en la composición química. En un período de 6 meses se pierde fácilmente un 10% de agua, Siebald (31). Además existe una pérdida de energía al oxidarse algunos azúcares debido al proceso de respiración que se incrementa con la temperatura. Igualmente ocurren procesos lipolíticos.

Peare y Thompson, citados por Whittemore (33) reportan que el contenido de nitrógeno en la papa fluctúa de 6,5 a 10,2 g/kg de materia seca.

Bacigalupo (1), con base en los análisis realizados a 59 variedades nativas de papa peruana, reportó un contenido promedio de 27,21% de materia seca y 9,28% de proteína total.

En términos generales de un 37 a 53% del total de proteína bruta de la materia seca podría corresponder a compuestos nitrogenados no proteícos. Neuberger y Sanger (22); uno de los cuales es el alcaloide solanidina, que es soluble en alcohol e insoluble en solución alcalina.

La solanidina puede presentarse en forma libre o combinado en forma de glico alcaloides chaconina y solanina que como fracción total pueden estar presentes en proporciones que varían de 0.01 a 0.1% del contenido de materia seca, Wolf (41) y a tales compuestos han sido atribuídos casos de

TABLA 1. Composición químico-bromatológica del tubérculo de la papa.

Constituyente	Cruda entera (1)	Cocida entera (1)	Harina (1)	Base 100% de materia seca (M.S.) (2)
				Intervalo
Humedad	75,3	77,69	11,29	0
Proteína	2,47	1,97	11,29	6 - 12
Grasa	0,28	0,40	0,33	0.1 - 1.0
Fibra	0,53	0,82	2,28	1.0 - 10
Cenizas	1,37	1,55	5,74	4 - 6
Almidón				60 - 80
Otros azúcares				0.5 - 1.80
Acido cítrico				0.5 - 0.70

1. Herrera et al. (14

2. Siebald (31.

intoxicación y muerte de animales, Fitzpatrick et al. (10). Sin embargo, Nishie et al. (23) en un estudio sobre la farmacología de la solanina ha indicado que es mucho menos tóxico administrado oral que intraperitonealmente.

Se ha indicado, Liener y Kakade (16) que la toxina está especialmente concentrada en papas verdes y nacidas o germinadas.

Dada una operación satisfactoria de cocinado y/o secado, no existiría razón indicar que tal proceso modifique el análisis proximal, especialmente su aminograma, Whittemore (33). Sin embargo, su procesamiento y principalmente el tratamiento con calor sí influye su valor nutricional.

Respecto a la composición de la proteína de la papa (Tabla 2) se indica que es especialmente bajo su contenido de aminácidos azufrados, Whittemore (33); y a manera de comparación somera con cereales tales como maíz y sorgo (Tabla 3) tal aseveración parece evidente. Sin embargo, el balance de aminoácidos en relación a la lisina como unidad, podría indicar que la proteína de la papa tiene un valor biológico más alto que los cereales, aun cuando en la literatura no se reportan datos sobre la calidad de la proteína de la papa para el pollo.

En cerdos, Holler citado por Whittemore (33), determinó un valor biológico de 67-72 y Schiftan, citado por Whittemore (33), determinó un valor de 70 en comparación a 59 calculado para la cebada en el mismo experimento.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

TABLA 2. Composición de aminoácidos de la papa en mg/g de nitrógeno.

Referencia	*	(8)	(38)	**	%
Treonina	235	200	201	292	(80.4)
Valina	293	250	301	428	(68.45)
Triptófano	103	-	-	93	(110)
Isoleucina	236	187	195	318	(94)
Leucina	377	275	301	531	(71)
Lisina	299	337	313	466	(64.2)
Metionina	81	62,5	-	141	(57.4)
Cistina	37	62,5	-	91	(40.7)
Total azufrados	118	125	223	232	(50.9)
Fenilalanina	251	218	212	282	(89)
Tirosina	171	200	412	273	(62.6)
Histidina	94	156	106	152	(61.8)
Arginina	311	281	106	381	(70.2)

D'mello *et al.* (8); Whittemore *et al.* (38.

F.A.O. (*)

** Yema de huevo (F.A.O.).

TABLA 3. Ejemplo comparativo del contenido de lisina, triptofano y aminoácidos azufrados de la papa, maíz y sorgo.

	Lisina	Total azufrados	Triptofano
Papa (%)	0,51	0,18	1,1
	0,56	0,40	
Maíz (%)	0,20	0,36	0,5
Sorgo (%)	0,22	0,32	

2.1.2 Compuestos Inhibidores de la Digestión Protéica.

Dentro de las fuentes de alimentación animal y particularmente dentro del grupo de las leguminosas fue donde se reconoció más temprano la existencia de compuestos o sustancias que tenían la habilidad de inhibir la actividad proteolítica de ciertas enzimas digestivas en varias especies y aún el hombre, lo cual es de particular interés cuando se considera el uso de materiales crudos ya que ésto limita su valor nutricional.

La papa en extracto ácido se había reportado que contenía una sustancia inhibidora termolabil, la cual posteriormente se logró precipitar con sulfato de amonio obteniéndose dos fracciones, las cuales fueron separadas una con ácido tricloroacético 2,5% y la otra removida del residuo con solución salina 1%, Sohonie y Ambe (29).

Las dos fracciones aisladas son de color blanco turbio, solubles en agua y

tan potentes en su acción inhibidora como los reportados para fríjol. Además, el tratamiento con calor neutralizó en un 80-90% la actividad de tales compuestos, Shonie y Ambe (29).

Balls y Ryan (2) reportaron que en la papa (Solanum tuberosum) existía un compuesto que mostraba capacidad inhibidora de la actividad proteolítica, pero no esterolítica de la alfa-tripsina sintética. El compuesto aislado era de naturaleza protéica y su peso molecular mínimo calculado era de 22---.

En posteriroes estudios, Ryan et al. (26); Ryan (25) se investigó la especificada del inhibidor aislado de la papa sobre otras proteasas, y dentro de las proteínas de mamíferos; la trypsina, quymotripsina y carboxipeptidasa B fueron inhibidas. De igual manera la quymotripsina en el pollo.

En síntesis, otros estudios han sido realizados sobre inhibición de proteasas (Tabla 4); sin embargo, debido a que su caracterización ha sido incompleta, estos compuestos podrían ser o no ser idénticos, Liener y Kakade (16).

2.2 VALOR NUTRICIONAL DE LA PAPA.

En Europa, la papa tiene un amplio uso en alimentación animal y para tal fin, en Alemania Occidental se destina un 45% de su cosecha, en los países bajos un 15%, en Polonia un 60% y en Gran Bretaña un 10% aproximadamente, Whittemore (33).

TABLA 4. Enzimas inactivadas por inhibidores proteasa aislados de la papa (Solanum tuberosum).

Enzima Inhibida
Quimotripsina
Trypsina
Carboxipeptidasa B
Subtilisen
Pronasa
Bacillus natto proteasa
Quymotripsina en el pollo
Aspergillus proteasa
Elastasa

El valor potencial de la papa podría ser destacado considerando que por unidad de área, el tubérculo puede producir 1,7 veces más materia seca; 2,3 veces más proteína y 2 veces la Lisina que los cereales, además el uso en alimentación animal podría ser una alternativa para aprovechar la papa que no tiene acceso al mercado por baja calidad o por excedentes en los períodos de abundante oferta.

2.2.1 Ensayos de Digestibilidad.

Además del almidón, la papa contiene cantidades variables de azúcares tales como glucosa,fructosa y sucrosa los cuales son fácilmente digestibles, Hellendoorn et al. (12).

En el caso de la digestión del almidón crudo,Booher et al. (4) alimentaron ratas con almidones no modificados de fuentes diferentes (trigo,maíz,yuca, papa, batata, etc.) y encontró que su digestibilidad variaba ampliamente. Los almidonres de los cereales y la yuca tuvieron una digestibilidad superior al 97,5% mientras que la digestibilidad del almidón y de los carbohidratos de la papa presentaron una digestibilidad del 50,9 y 45,6% respectivamente. De otra parte, la gelatinización y dextrinización del almidón incrementó su digestibilidad hasta un 95,8%.

Los gránulos del almidón crudo de papa son muy resistentes a la acción digestiva y los resultados publicados por Sandstedt y Gates (27) mostraron que la alfa-amilasa es 165 a 7000 veces más activa sobre almidón cocido.

Nitzan y Bartov (24) realizaron un ensayo con pollos de engorde para aclarar el porqué de la baja utilización del almidón de papa. En el primer ensayo, cuando éste componía el 50% de la dieta no se encontraron diferencias significativas en la ganancia de peso. Sin embargo, el consumo de alimento se incrementó significativamente (P 0.01) y los efectos se hicieron más notorios cuando el almidón componía el 100% de los carbohidratos de la dieta (Tabla 5).

Naber et al. (21) realizaron un ensayo con pollos de engorde de la 2a. a la 4a. semana de edad para evaluar el efecto del tratamiento con agua a temperatura de 0, 16, 41, 58 y 68^{0}C sobre los valores de Energía Metabolizable de una dieta que contenía un 50% de almidón crudo de papa. Los valores de Energía Metabolizable de las dietas presentaron valor en Kcal/g de: 1,67

TABLA 5. Efecto de la fuente de almidón y porcentaje en la dieta sobre la ganancia de peso, consumo de alimento y retención de nutrientes en pollos de engorde*.

Fuente de almidón	Maíz		Papa	
Nivel de almidón (%)	50	100	50	100
Días de duración	30	20	30	20
Ganancia (g/pollo)	595	495	557	407
Consumo de alimento (gs)	1029	960	1170	1323
Conversión	1,73	1,94	2,10	3,25
% de retención				
Nitrógeno	61,5	44,3	40,1	30,1
Materia seca	69,8	67,4	53,9	34,2
E.L.N.	77,5	82,0	62,4	34,9

* Nitzan y Bartov (24).

(crudo); 1,68; 1,60; 1,94 y 3,15 Kcal/g para la misma dieta conteniendo almidón cocido a 68°C.

En el caso de la digestibilidad del nitrógeno de la papa cruda, los coeficientes indican un pobre aprovechamiento con resultados muy variables en cerdos (Tabla 6); mientras que en la papa cocinada, el nitrógeno presenta valores más altos y menos variables.

TABLA 6. Coeficientes de digestibilidad aparente para la papa cruda y cocinada determinados en cerdos.

	Materia orgánica	Nitrógeno	E.L.N.	Energía digestible	Referencia
Papa cruda	0,94	0,76	0,98		34
	0,91	0,51	0,95		6
		0,31			
		0,51			
		0,69		0,92	40
		0,89		0,96	40
Papa cocida	0,93	0,70	0,97		6
	0,86				

En aves, los coeficientes de digestibilidad para la papa cruda fueron estimados por Halnan (11) en gallinas livianas y los valores obtenidos fueron: Nitrógeno, 0,54; Materia Orgánica, 0,22; E.L.N., 0,18 y se estimó un contenido de Energía Metabolizable de 2,9 MJ/Kg de Materia Seca. En la papa cocinada fueron: Nitrógeno, 0,52; Materia Orgánica, 0,83; E.L.N., 0,90 y 13,6 MJ de Energía Metabolizable/kg de Materia Seca.

Whittemore et al. (39) calculó valores de 15,7 MJ/kg de Materia Seca y 10,2 g de Nitrógeno digestible/kg de Materia Seca. Ello sugeriría que la papa cruda podría ser un ingrediente aceptable en dietas para cerdos ya que el cocinado solo aumentó los valores de Energía a 15,5 MJ y 13,5 g de nitrógeno digestible/kg de Materia Seca. Sin embargo los experimentos de

alimentación práctica en cerdos han mostrado que su uso deprime el crecimiento, Fernández (9); Whittemore (40); aparte que la papa cruda es poco palatable.

Whittemore et al. (37) condujeron un experimento con el propósito de estudiar el efecto que sobre la digestibilidad de la Energía y la retención de nitrógeno, ejerce la incorporación de papa cruda en niveles de 13 y 22% de la materia seca en dietas para cerdos. Los resultados (Tabla 7) indicaron que la digestibilidad del nitrógeno se redujo significativamente ($P < 0,01$) y fue retenido mucho menos eficientemente; Whittemore (37). Además se observó que la papa cruda deprime la digestibilidad del nitrógeno de los otros constituyentes de la dieta, lo cual confirmaba lo reportado anteriormente por Whittemore et al. (39), quien encontró una digestibilidad del nitrógeno de 0.69% para la papa sola y de 0.45% cuando ésta componía el 50% de la materia seca de la dieta. Por tal razón, se sugiere que cuando la papa sea incluída en tales dietas, es más apropiado considerar un valor de 7 g de nitrógeno digestible/kg de materia seca y no el de 10,2 determinado para la papa sola, Whittemore et al. (37).

Livingstone et al. (17), estudiaron en cerdos el efecto de tres patrones de procesamiento térmico de la papa sobre la eficiencia de la digestión. Las papas fueron procesadas de la siguiente manera: I. Sometidas a vapor durante una hora a 100°C y lentamente equilibradas con la temperatura ambiente. II. Sometidas a vapor a 100°C durante 20 minutos y rápidamente enfriadas. III. Sometidas a vapor durante 20 minutos a 70°C y rápidamente enfriadas.

BIBLIOTECA
DE C

TABLA 7. Influencia de la papa cruda sobre la digestibilidad de la energía y la retención del Nitrógeno de la dieta*.

	Control	Papa 13%	Papa 22%
Coeficiente de digestión aparente del nitrógeno	0,85[a]	0,76[b]	0,75[b]
Nitrógeno ingerido (g/día)	32,9[a]	40,2[b]	31,5[c]
Nitrógeno en la orina (g/día)	14,6[a]	19,6[b]	13,9[a]
Nitrógeno retenido (g/día)	13,3	10,7	9,7
Nitrógeno retenido/Nitrógeno ingerido	0,40[a]	0,27[b]	0,31[c]

Promedios con la misma letra no son significativamente (P 0,01) diferentes.

* Whittemore et al. (38).

Según los resultados (Tabla 8), el calentamiento prolongado del Tratamiento I resultó en una gelatinización del almidón y una proteína de baja digestibilidad, particularmente anterior a la unión íleo-cecal, Livingstone et al. (17).

El Tratamiento III no causó una completa gelatinización del almidón y parece que no desnaturalizó efectivamente el factor anti-nutritivo presente en la papa cruda. El Tratamiento II dió los mejores resultados (P 0.05).

TABLA 8. Coeficiente promedios de digestibilidad aparente (%) para la Materia Orgánica, Almidón, Nitrógeno y Lisina*.

	Tratamientos		
	I	II	III
Materia Orgánica	91,2	92,0	89,3
Almidón	99,8	99,9	99,8
Nitrógeno	68,0	71,9	58,4
Lisina	64,9	71,3	44,7

* Livingstone et al. (17).

Whittemore et al. (40) estudiaron el efecto del nivel de glycoalkalides sobre la digestibilidad y retención del nitrógeno. Para tal fin emplearon clones de papa caracterizados por su contenido medio o alto en compuesto tóxico y de igual manera el uso de papa comercial germinada en almacenamiento o inducida por iluminación.

En un primer ensayo, las papas con alto y medio contenido de glicoalkaloide se mezclaron con hojuelas de papa cocida para componer en términos promedios el 22,5%; 11,4% y 6% del total de la materia seca de la dieta, que era solamente papa.

En la segunda prueba, la papa germinada se mezcló con una dieta completa

en proporciones de 1:1,05 y la papa cocida en proporciones de 1,08:1 de la materia seca. Cada dieta fue ofrecida a cuatro cerdos y los resultados se presentan en la Tabla 9.

A consideración de los investigadores, aunque se hicieron determinaciones en un número limitado de cerdos; los resultados obtenidos no parecen apoyar la suposición que sea la presencia de glycoalkaloides, inherente o inducida, la responsable de la depresión en la utilización del nitrógeno de la papa cruda, Whittemore et al. (40).

De otra parte, Baker citado por Whittemore et al. (40) reportó que el compuesto solanina no es ni termolabil ni extraído simplemente por agua caliente y por lo tanto, la actividad inhibitoria, que conduciría a una falla en al absorción de las proteínas a nivel de intestino no explicaría adecuadamente el hecho que el consumo de papa cruda aumente la excreción del nitrógeno y reduzca la eficiencia de utilización del nitrógeno digerido, Whittemore et al. (40); Whittemore et al. (39); Whittemore et al. (37).

Whittemore et al. (34) anotan que el consumo de Ergot (Claviceps purpure) por parte de cerdos,la cual es muy rica en ego-alcaloides (0,31%), reduce el crecimiento, e incrementa la excreción de nitrógeno sin afectar la digestibilidad de la dieta.

2.2.2 Ensayos de Alimentación.

Descartando algunos productos y subproductos industriales que en otros

TABLA 9. Coeficientes de digestibilidad aparente y de retención de nitrógeno.

	Digestibilidad Nitrógeno	Retención de Nitrógeno/100 g de Nitrógeno ingerido	Ingestión de M.S./día
EXPERIMENTO No. 1.			
Dietas totalmente de papa:			
Alto contenido glycoalcaloides	0.76[a]	6.5[a]	689 ± 17.5 g
Medio contenido glycoalcaloides	0.83[a]	5.0[a]	636 ± 28.9
EXPERIMENTO No. 2.			
Papa cocida: dieta completa	0.88[a]	47.0[a]	
Papa comercial: dieta completa	0.81[b]	25.2[b]	
Papas germinadas en almacenamiento + dieta completa	0.79[b]	23.8[b]	
Papas germinadas con luz + dieta completa	0.80[b]	24.6[b]	
Comsumo M.S./día			948 ± 46.7 g

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes (P 0.01)

países son disponibles, básicamente dos métodos de procesamiento son considerados para evaluar las cualidades de la papa como ingrediente en alimentos para aves y cerdos. Uno, la papa entera cocida es pasada entre rodillos calientes para deshidratarla y obtener la "hojuela" cuyas cualidades nutricionales en términos de Energía Digestible y Nitrógeno Digestible son similares al maíz (Tabla 10); y la otra, las papas crudas enteras son tajadas y secadas. Este último producto se reporta en la literatura como "Tajada de papa" y cuando es molido como "Harina de papa".

2.2.2.1 En Cerdos.

El desempeño de los cerdos en crecimiento y acabado alimentados con papa cocinada y salada fue evaluado en un experimento realizado por Moncada y Manner (20) en cerdos Duroc con un peso promedio inicial de 14,27 kg. Los resultados fueron como sigue: Los cerdos de la dieta control (16% de proteína) obtuvieron una ganancia promedia diaria de 0,739 kg con una conversión alimenticia hasta 90 kgs de peso de 3,15. Los animales de la dieta papa a voluntad y suplemento protéico de 43% a voluntad lograron ganancias de 0,607 kgs y con suplemento protéico 30-% a voluntad, lograron ganancias de 0,580 kgs.

Existe consenso en que la harina de papa reduce el comportamiento, Whittemore (33), lo cual no es observado cuando la papa cocida es procesada en hojuelas e incluída en un 50% de la Materia Seca en dietas para cerdos con un peso promedio inicial de 27 kgs, Whittemore et al. (37).

TABLA 10. Comparación del maíz y la papa en términos de Energía y Nitrógeno Digestibles.

Producto	Energía digestible MJ/kg M.S.	Nitrógeno digestible G/kg M.S.	Referencia
Hojuelas de papa	16,0	13,5	38
Hojuelas de papa	16,5		15
Maíz	16,1	16,0	38
Maíz	16,0		15

Respecto al uso en dietas para iniciación, Hillyer y Whittemore (14) no reportaron diferencias significativas (P 0.01) en la tasa de crecimiento y consumo de dietas que contenían 50, 52 y 58% durante el período de 21 a 42 días. Los animales de la dieta testigo ganaron en promedio 297 g/día y el grupo de papa 273 g/día; los consumos registrados fueron de 452 g/día y 415 g/día respectivamente.

Whittemore et al. (38) encontraron un comportamiento similar en cerdos de los 21 a 53 días en cerdos que consumían dietas en las cuales la papa cocida en hojuelas reemplazó 1:1 el maíz hasta un 78% del total de la dieta. Las ganancias promedias diarias fueron 240 gs y 241 gs aunque los cerdos del grupo de la papa consumieron en total 290 grs menos (P 0,01). Tal efecto pudo ser debido al hecho que el valor de energía digestible calculado fue de 16,2 MJ/kg de Materia Seca para la dieta con papa y 15,3

MJ/kg de materia seca para la dieta con maíz. De otra parte, el contenido de lisina fue marginalmente mayor para la dieta con 78% de hojuelas de papa (12,3 v.s. 10,4 g/kg de alimento), Whittemore et al. (38).

2.2.2.2 En Aves.

En términos de Energía Metabolizable, la harina de papa es de un valor similar a la papa cocida y procesada en hojuelas: 13,5 y 15 MJ/kg de materia seca. Sin embargo, al igual que en cerdos, la papa cocida deshidratada es un sustituto más factible de los cereales en dietas para ponedoras y pollos de engorde, Whittemore et al. (33); D'mello et al. (8).

En pollos de engorde, D'mello et al. (7) estimaron para la papa cocida y deshidratada en hojuelas y para el maíz valores de Energía Metabolizable de 13,64 y 13,01 MG/kg; y la técnica empleada se describe en (8) y (7).

D'mello et al. (8) reportan que 15% y 30% de harina de papa cocida en dietas no peletizadas deprime la ganancia de peso y la eficiencia en pollos de engorde. Tal efecto fue atribuído a la naturaleza adhesiva del producto molido. Por tal motivo, se consideró un ensayo con dietas peletizadas, Whittemore et al. (35). El desempeño de las aves fue similar en las dietas que recibían 0,10 y 20% de papa en la dieta (Tabla 11), siendo significativo (P 0.01) la reducción del consumo en la dieta con 40%; atribuyéndose ello a la dureza del pellet y posiblemente a la cama húmeda.

Con base en lo anterior, se planeó otro experimento, Whittemore et al.(36)

TABLA 11. Efecto de la suplementación de papa cocida deshidratada sobre la ganancia de peso y consumo en pollos de engorde*.

	Nivel en la Dieta			
	0	10	20	40
Peso vivo				
1er día		39,0 + 0,35		
28 días	726[a]	711[a]	698[a]	636[b]
56 días	1804[a]	1782[a]	1764[a]	1555[b]
Consumo g/ave/día				
1 - 28 días	45.9	40.4	41.3	38.3
1 - 56 días	73.1[a]	72.8[a]	72.1[a]	58.7[b]

Promedios con la misma letra no son diferentes (P 0.05) significativamente.

* Whittemore et al. (36).

utilizando dietas crombelizadas con niveles de 20 y 40% de papa. Se observó que las dietas fueron consumidas con menos dificultad. Sin embargo, la causa de la disminución del crecimiento en los primeros 21 días es desconocida y de allí a los 63 días los resultados, en parte, se atribuyen a la cama húmeda. Al respecto se ha sugerido que ello puede ser debido al contenido alto de potasio en la papa, aunque es también posible que la alta

capacidad de absorción del producto induzca las aves a beber más y por tanto a excretar más agua, Whittemore et al. (36).

3. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo fue realizado en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "Tibaitatá", localizado en la Sabana de Bogotá, a una altura de 2640 m.s.n.m., temperatura promedio de 13°C, precipitación pluviométrica de 625 mm y humedad relativa de 72%.

3.1 MATERIAL EXPERIMENTAL A EVALUAR.

Se utilizó papa de distintas variedades cultivadas en "Tibaitatá" y descartadas como inapropiadas para semilla o consumo humano y el procedimiento para obtener las harinas se describe a continuación:

La papa sin lavar fue "tajada" e inmediatamente introducida en agua y luego colocada en un horno de circulación forzada de aire el cual la deshidrató a una temperatura de 100°F. De igual manera, la papa sin lavar fue cocinada en un recipiente tapado e inmediatamente puesta a equilibrar su temperatura con la temperatura ambiente, al final de lo cual las papas se trituraban e introducían al horno para obtener la respectiva harina.

A cada una de las harinas se corrió un análisis de Wendee (humedad, nitrógeno total, fibra, grasa y cenizas) y se determinó contenido de calcio y fósforo total en harinas de papa solamente. (Tabla 12).

TABLA 12. Análisis proximal de las materias primas utilizadas en las dietas*

Materia prima	M.S.	Proteína	Fibra	Grasa	Cenizas
Arroz, harina de	88,50	12,55	6,73	14,26	9,03
Papa, harina de	89,13	11,77	3,84	0,47	5,55
Papa cocida, harinas de	88,16	8,63	3,52	0,53	3,90
Pescado, harina de	90,27	71,01	1.05	12,74	13,64
Sorgo	86,14	7,90	2,57	1,59	1,55
Soya, torta de	88,28	49,23	5,92	2,16	6,61

* Análisis realizados en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional, Seccional Medellín.

El contenido de Calcio y Fósforo fue determinado únicamente en la papa y los resultados fueron los siguientes: En papa sin cocinar 0.16% y 0.1%; en papa cocida fue 0.15% y 0.05% respectivamente.

3.2. EXPERIMENTO No. 1.

Determinación de la Energía Metabolizable verdadera:

Se utilizaron un total de 12 gallos afultos de la línea de huevo Shaver 579, con un peso inicial promedio de 2.544 g y repartidos en dos tratamientos, tres replicaciones y dos gallos por replicación.

La Energía Metabolizable fue estimada empleando la técnica propuesta por Sibbald (30) según el procedimiento que a continuación se describe:

1. Los gallos fueron alojados en jaulas individuales sin alimento por un período de 48 horas con libre acceso al agua.

2. Un gallo se seleccionó al azar dentro del grupo con pesos similares, se pesó y se forzó a comer una cantidad exactamente pesada de 30 g de cada materia prima a evaluar.

3. El ave una vez alimentada fue retonrada a su jaula y una bandeja plástica fue colocada debajo de ella para recolectar la excreta.

4. Otro gallo con peso similar se seleccionó, se pesó y se regresó a una jaula sin alimento y una bandeja plástica fue colocada debajo de ella. Esta ave sirvió de control para medir la Energía Fecal metabólica y urinaria endógena.

5. 72 horas después se removieron las bandejas y las heces fueron secadas en horno de circulación forzada de aire a una temperatura de $100^{o}F$.

6. Se determinó la Energía Bruta en las respectivas harinas, en las excretas del ave control y del ave alimentada.

7. La Energía Bruta de las excretas (variable dependiente) se midió mediante regresiones estimadas en el ave control y alimentada.

8. La Energía Metabolizable verdadera se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$E.M.V.\ (Kcal/g) = \frac{\text{Kilocalorías ingeridas} - \text{Kilocalorías en excretas del ave alimentada} - \text{kilocalorías en excretas del ave en ayuno}}{\text{gramos de alimento}}$$

3.3 EXPERIMENTO No. 2.

Comportamiento de Pollas Suplementadas con Harina de papa sin cocinar.

Se utilizaron 1020 pollas de doble fin, línea Shaver 579 de siete semanas de edad, las cuales fueron alojadas en 12 corrales en piso con una área de 8 m^2 cada uno.

Las aves fueron pesadas al iniciar el experimento y redistribuídas para asegurar que el peso promedio fuera lo más homogéneo entre replicaciones y entre tratamientos.

Las aves fueron alimentadas a voluntad desde el día 50 a 112 de edad y 112 de edad y recibieron dietas isoenergéticas e isoprotéicas y balanceadas para contener harina de papa sin cocinar en niveles del 3, 5 y 9% en dietas balanceadas según la composición que se detalla en las Tablas 13 y 14.

TABLA 13. Composición estimada de las dietas utilizadas.

Proteína (%)	16
Energía Metabolizable (Kcal/kg)	2750
Lisina (%)	0,70
Total aminoácidos azufrados (%)	0,57
Calcio (%)	1.0
Fósforo disponible (%)	0,45

TABLA 14. Dietas experimentales suplementadas con papa sin cocinar.

Materias primas	1	2	3	4
Sorgo	61,0	57,8	66,5	66,5
Harina de arroz	10,0	12,0	-	-
Harina de papa cruda	-	3,0	6,0	9,0
Torta de soya	19,60	19,0	20,0	17,0
Harina de pescado	-	-	-	1,5
DL - Metionina	0,10	0,105	0,095	0,09
Arena lavada de río	5,02	3,82	3,09	2,76
Kynofos - 21	1,67	1,66	1,70	1,60
Carbonato de calcio	2,06	2,06	2,06	2,0
Sal	0,3	0,3	0,3	0,3
Premezcla	0,25	0,25	0,25	0,25
Total	100	100	100	100

Para la papa sin cocinar en harina se estimó el contenido de Energía Metabolizable aparente en 2000 Kcal/kg con base en lo reportado para un producto similar, Halnan (11). El contenido de proteína en 8.1% y valores de 0,42% para lisina y 0,24% para el total de aminoácidos azufrados.

El plan sanitario se aplicó según las normas y procedimientos del programa de avicultura.

3.4 EXPERIMENTO No. 3.

Comportamiento de pollas suplementadas con harina de papa cocida.

Se utilizaron 1020 pollas de doble fin, línea Shaver 579 de siete semanas de edad, las cuales fueron alojadas en 12 corrales en piso con un área de 8 m^2 cada uno.

Las aves fueron pesadas al iniciar el experimento y redistribuídas para asegurar que el peso promedio fuera lo más homogéneo entre replicaciones y entre tratamientos.

Las aves fueron alimentadas a voluntad desde el día 50 a 112 de edad y recibieron dietas isocalóricas e isoprotéicas y balanceadas para contener harina de papa cocida en niveles de 10, 20 y 30% en dietas balanceadas según la composición que se detalla en las Tablas 13 y 15.

TABLA 15. Dietas experimentales suplementadas con papa cocida.

Materias primas	1	2	3	4
Sorgo	61,0	51,0	40,0	30,7
Harina de arroz	10,0	12,0	14,5	15,0
Harina de papa cocida	-	10,0	20,0	30,0
Torta de soya	19,6	18,5	17,5	17,0
DL - Metionina	0,1	0,11	0,13	0,14
Arena lavada de río	5,02	4,1	3,59	2,88
Kynofos 21	1,67	1,67	1,67	1,68
Carbonato de Calcio	2,06	2,06	2,06	2,06
Sal	0,3	0,3	0,3	0,3
Premezcla	0,25	0,25	0,25	0,25
Total	100	100	100	100

Para la papa cocida en harina, se estimó 3150 Kcal/kg de Energía Metabolizable con base en lo reportado para productos similares. El contenido de proteína en 8.1% y valores de 0.42% y 0.24% para contenido de lisina y total de aminoácidos azufrados.

3.5 ANALISIS ESTADISTICO.

Las pruebas de alimentación durante el período de levante, tanto en el experimento No. 2 como el No. 3, operaron como un diseño completo al azar

con cuatro tratamientos y tres replicaciones cada uno de 85 pollas por replicación.

El modelo estadístico utilizado para el análisis del efecto de los tratamientos fue el método de "Contraste Ortogonales", según Steel y Torrie (32); y los parámetros evaluados fueron los siguientes: Consumo acumulado de alimento y ganancia de peso durante los 63 días de experimentación.

4. RESULTADOS

EXPERIMENTO No. 1.

Determinación de la Energía Metabolizable Verdadera (EMV).

Los gallos utilizados como control para medir las pérdidas endógenas tenían un peso incial promedio de 2.544 g y presentaron una pérdida promedio de peso de 125 g, lo cual correspondió a 49,13 g/kg de peso.

En las aves del grupo de harina de papa sin cocinar, la Energía Bruta de la excreta (variable dependiente) fue estimada por la regresión $Y = 2641.507 + 1924,62 \times (r^2 = 0.99)$ y para el grupo de papa cocida, la Energía Bruta de la excreta fue estimada por la regresión $Y = 1716.8 + 1185.54 \times (r^2 = 0.80)$.

Los valores de Energía Metabolizable aparente y verdadera obtenidos a partir de la ecuación propuesta por Sibbald (30) son presentados en la Tabla 16.

EXPERIMENTO No. 2.

Comportamiento de pollas suplementadas con harina de papa sin cocinar durante el período de crecimiento.

TABLA 16. Valores de Energía Metabolizable Aparente y Verdadera del material experimental.

Papa	E.M.A*	E.M.V.*
Harina de, sin cocinar	949	2083
Harina de, cocida	2137	2885

* Expresados en kilocalorías/kg de materia seca.

CONSUMO DE ALIMENTO.

El consumo total promedio/ave registrado por tratamiento durante los 63 días de experimentación fue como sigue: El tratamiento con 3% de papa fue 4863,4 g; en el tratameinto con 6% de papa de 5060,6 g; en el tratamiento con 9% de papa fue 5222,6 g y para el testigo de 5128,1 g (Tabla 17).

El efecto de la suplementación sobre el consumo fue significativo (P 0.05) y en la comparación de promedios no se encontró diferencia significativa entre la dieta testigo y las dietas con 6 y 9% de papa.

No se encontró diferencia significativa entre el consumo registrado en la dieta con 3% de papa (4863,4 g) y el consumo de 5060,6 g registrado en la dieta con 6% de papa.

TABLA 17. Efecto de la suplementación de papa sin cocinar sobre el consumo en pollonas doble fin.

	Nivel de suplementación (%)			
	0	3	6	9
Días de experimentación	63	63	63	63
Peso promedio inicial, g.	481.6	481.8	481.8	481.2
Peso promedio final, g.	1.411.2	1.375.6	1.338.4	1.340.7
Consumo total, g.	5.128.1[a]	4.863.4[b]	5.050.6[ab]	5.222.6[ac]

a, b, c: promedios con la misma letra no son significativamente diferentes (P 0.05).

En síntesis, las pollas de la dieta con 3% de papa consumieron 264 g menos (P 0.05) que el grupo testigo; 197 g menos (N.S.) que el grupo suplementado con 6% de papa y 359 g menos (P 0.05) que el grupo de aves suplementadas con 9% de papa.

El análisis de los componentes de los tratamientos presentó un efecto lineal (P 0.10) y cuadrático (P 0.05) sobre el consumo, lo cual fue estimado por la regresión $Y = 5105,26 - 97.14 + 13,06\ x^2$ ($r^2 = 0.60$) donde el consumo mínimo correspondió a un nivel de 3.72% de papa en la dieta (Figura 1).

GANACIA DE PESO.

Las ganancias promedias de peso/ave fueron de 929,6 g para el grupo testigo;

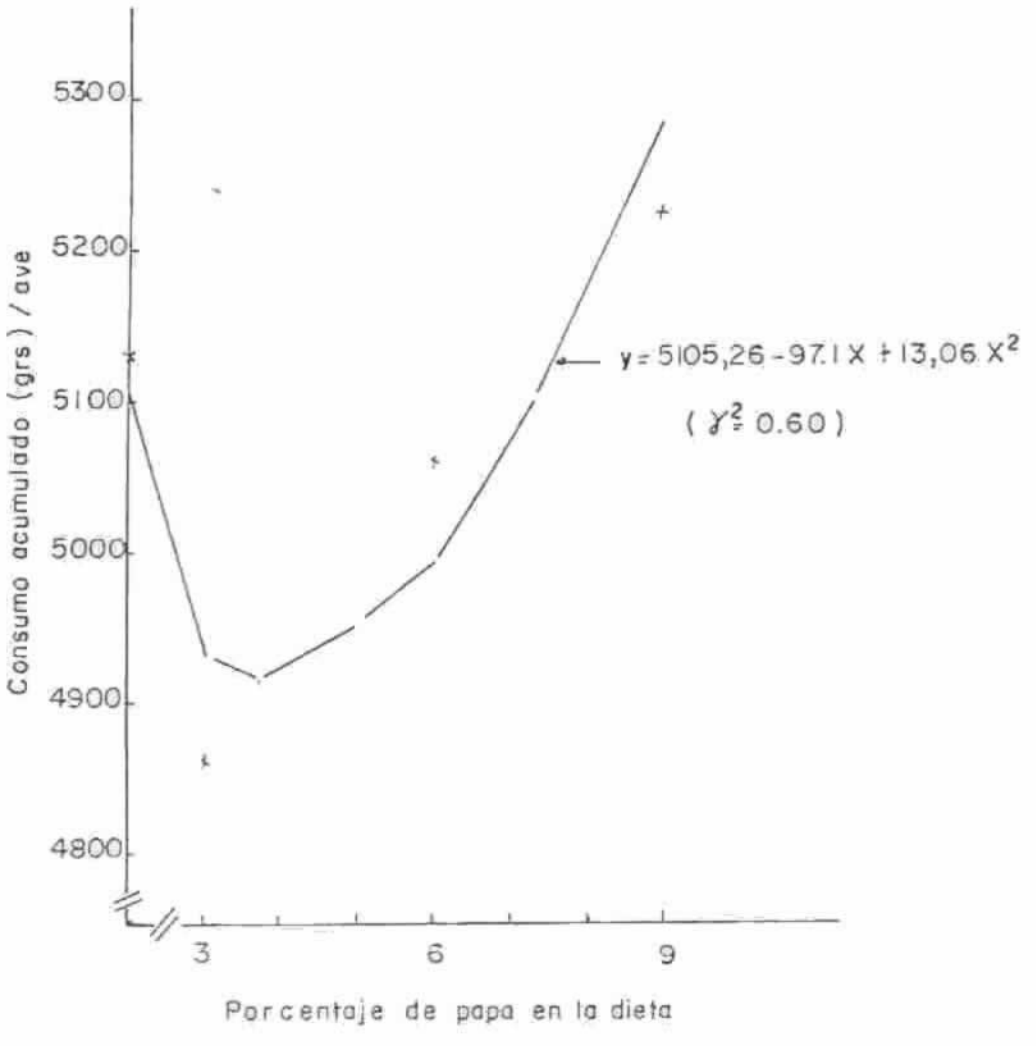


FIGURA 1. Efecto de la suplementación de papa sin cocinar (X) sobre el consumo acumulado en pollonas doble fin de la 8ª- a 16ª semana de edad

894 g para la dieta con 3% de papa; 856,6 g para la dieta con 6% de papa y 859,5 g para un nivel de 9% de papa. (Tabla 18).

TABLA 18. Efecto de la suplementación de papa sin cocinar sobre la ganancia de peso en pollonas doble fin.

	Nivel de suplementación (%)			
	0	3	6	9
Días de experimentación	63	63	63	63
Peso promedio inicial, g.	481.6	481.8	481.8	481.2
Peso promedio final, g.	1.411.2	1.375.6	1.338.4	1.340.7
Ganancia, g.	929.6[a]	894.0[b]	856.6[c]	859.5[c]

a, b, c,: promedios con la misma letra no son significativamente diferentes (P 0.05).

La suplementación con papa sin cocinar afectó en forma lineal (P 0.01) y negativamente la ganancia promedia de peso, lo cual fue estimado por la regresión Y = 921.98 - 8.24 x (r^2 = 0.74). (Figura 2).

EXPERIMENTO No. 3.

Comportamiento de pollas suplementadas con harina de papa cocida durante el período de crecimiento.

CONSUMO DE ALIMENTO.

El consumo total promedio/ave registrado por tratamiento durante los 63

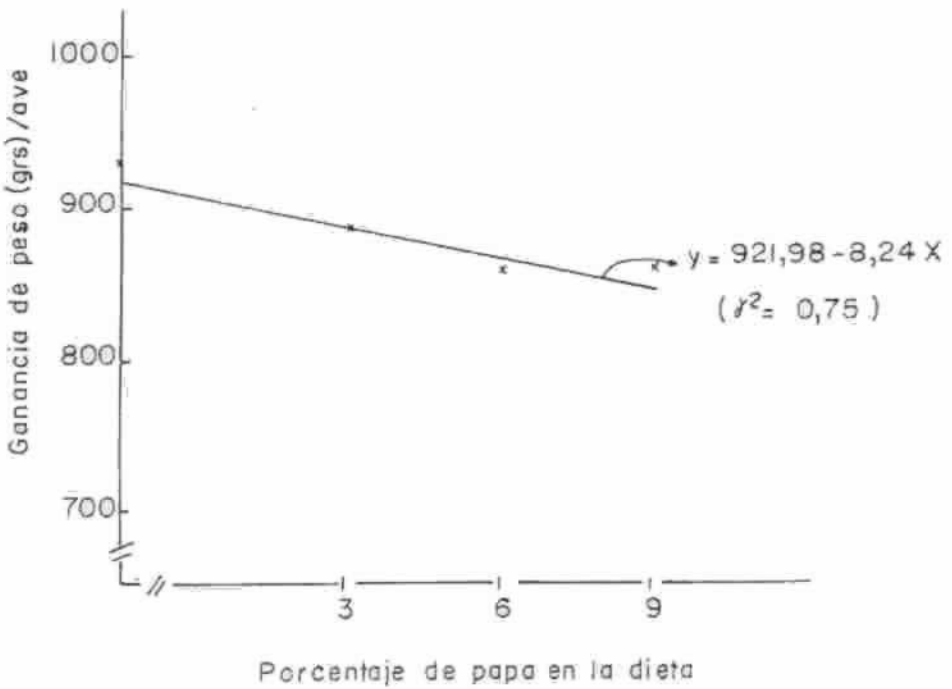


FIGURA 2. Efecto de la suplementación de papa sin cocinar (X) sobre la ganancia (grs) de peso en pollonas doble fin entre la 8ª - 16ª semana

días de experimentación fueron los siguientes: El tratamiento testigo de 5128.1 g; en la dieta con 10% de papa 4760.6 g; en la dieta con 20% fue 4774,6 g y en la dieta con 30% fue 4801,1 g. (Tabla 19).

La suplementación con papa cocida tuvo un efecto significativo ($P < 0.01$) sobre el consumo y en la comparación de promedios no se encontró diferencia significativa entre el consumo promedio registrado en los niveles con 10, 20 y 30% de papa cocida.

TABLA 19. Efectos de la suplementación de papa cocida sobre el consumo en pollonas doble fin.

	Nivel de suplementación (%)			
	0	10	20	30
Días de experimentación	63	63	63	63
Peso promedio inicial, g.	481.6	481.6	481.8	482.1
Peso promedio final, g.	1.411.2	1.385.3	1.373.8	1.355.2
Consumo total, g.	5.128.1[a]	4.760.6[b]	4.774.6[b]	4.801.1[b]

a, b: promedios con la misma letra no son significativamente diferentes (P 0.05).

En el tratamiento testigo, las aves consumieron 349,3 ± 18 g más de alimento (P 0.01) que el grupo de aves suplementadas con papa y en la comparación de promedios se encontró diferencia significativa (P 0.05) entre el testigo y las dietas suplementadas con 10, 20 y 30% de papa.

El análisis de los componentes de los tratamientos presentó un efecto lineal ($P < 0.01$) y cuadrático ($P < 0.01$) sobre el consumo, lo cual fue estimado por la regresión $Y = 5109.79 - 39.52\ X + 1\ X^2$ ($r^2 = 0.74$) donde el consumo mínimo correspondió a un nivel de 19,76% de papa en la dieta. (Figura 3).

GANANCIA DE PESO.

La suplementación con papa cocida no tuvo efecto (N.S.) sobre la ganancia de peso (Tabla 20).

TABLA 20. Efecto de la suplementación de papa cocida sobre la ganancia de peso en pollonas doble fin.

	Nivel de suplementación (%)			
	0	10	20	30
Días de experimentación	63	63	63	63
Peso promedio inicial, g.	481.6	481.6	481.8	482.1
Peso promedio final, g.	1.411.2	1.385.3	1.373.8	1.355.2
Ganancia promedio g.*	929.6	903.6	892.0	873.6

* N.S.

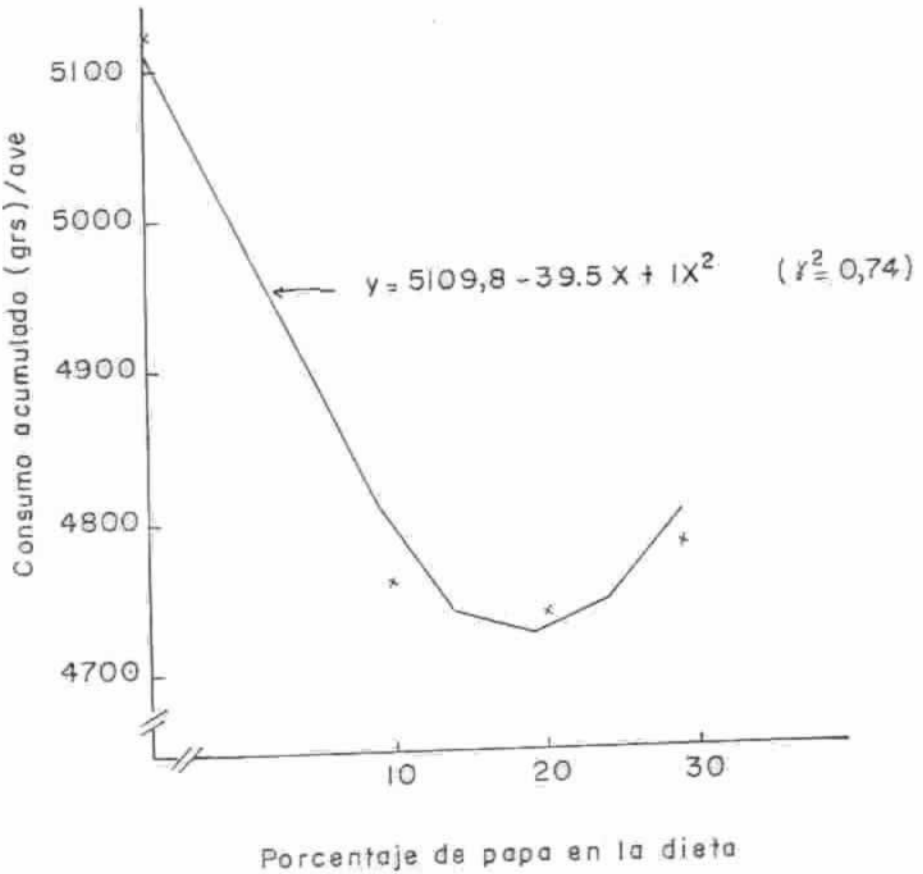


FIGURA 3. Efecto de la suplementación de papa cocida (X) sobre el consumo acumulado en pollonas doble fin de la 8ª a 16ª semanas de edad

5. DISCUSION

EXPERIMENTO No. 1.

La composición química de la harina de papa es similar a un previo análisis reportado, Herrera et al. (13) y muestra que este material es bajo en grasa y fibra.

Los valores de energía determinada para la harina de papa sin cocinar y cocida (2083 ± 106; 2885 ± 96 Kcal de E.M.V./kg de M.S.) indican que el cocinado de la papa solo mejoró en 802 kcal el valor de la energía. Este hecho se aprecia en los valores de Energía Metabolizable Aparente reportados por Halnan (11) y aunque determinados en gallinas livianas, se encontró una diferencia de 358 kcal de Energía Metabolizable Aparente/kg de materia seca a favor del cocinado. De igual manera, Wittemore et al. (39) reportó que en cerdos, el cocinado solo aumentó el valor de la energía digestible en 191 kcal/kg de materia seca.

Como el cocinado implica costos, los valores de energía encontradas en el experimento para los dos tipos de harinas sugeriría que en términos de Energía Metabólica la papa sin cocinar sería tan aceptable como la cocida en dietas para aves. Sin embargo, el desempeño observado en las aves no parece reflejarlo y por tanto, los valores de Energía Metabolizable

Verdadera y Aparente del material experimental deberían ser considerados como una aproximación ya que no existen otras pruebas comparativas donde se haya utilizado una materia prima similar que permitiera observar la repetibilidad de los valores encontrados aquí.

EXPERIMENTO No. 2.

El ensayo realizado confirma el hecho que la harina de papa sin cocinar afecta en forma negativa el crecimiento de igual manera a lo reportado en previa revisión de trabajos de investigación, Whittemore (33).

En general, la depresión observada en la ganancia de peso podría ser debido de una parte,al menor consumo de alimento y de otra forma, a similares consumos de alimento (tratamiento testigo vs. dietas con 6 y 9% de papa) la dieta suplementada con papa tuvo una eficiencia baja de aprovechamiento ya que dentro del grupo de pollas suplementadas con papa, la tendencia fue la de incrementarse el consumo a medida que se aumentó el nivel de papa. Sin embargo, ésto no se reflejó en igual manera en la ganancia de peso. Podría pensarse que el trtamiento con calor ($60^{o}C$) aplicado solamente durante el secado no desnaturalizó efectivamente el factor anti-nutritivo presente en la papa cruda. Al respecto, Livingstone et al. (17) reportó que el tratamiento con vapor a $70^{o}C$ x 20' no logró reducir significativamente la actividad inhibitoria de proteasa, factor el cual es mostrado como el responsable en los resultados adversos en los ensayos de alimentación, D'mello et al. (7). Sin embargo, en el presente experimento los pesos promedios finales registrados en el grupo de pollas suplementadas con papa sin cocinar estuvo dentro del rango de peso (1240 a 1340 g) indicado para este tipo de ave al finalizar la semana 16.

La respuesta encontrada en la dieta con 9% de harina pudo ser influída por el nivel de 1.5% de harina de pescado utilizado en esta dieta solamente.

EXPERIMENTO No. 3.

La investigación foránea que se ha realizado para evaluar las cualidades de la papa en alimentos completos para aves se refiere a ésta procesada en hojuelas. Sin embargo, salvando la metodología de procesamiento y como la papa conserva su integridad, en alguna manera los resultados aquí obtenidos podrían ser tenidos en cuenta para su comparación.

El peso menor registrado en el grupo de pollas suplementadas con papa pudo ser debido al menor consumo de alimento,hecho tal que no puede ser explicado en términos de energía. De otra parte, la reducción porcentual en el consumo no corresponde a lo esperado en el comportamiento de la ganancia de peso y por tanto se podría pensar que otros factores nutricionales no medidos influyeron los resultados y según los cuales, en términos de consumo de alimento, un nivel del 20% de papa sería el más indicado en dietas para pollas en crecimiento.

Aunque el ensayo fue realizado en pollas en crecimiento, la tendencia de los resultados se aproxima a obtenidos en pollos de engorde y donde se indica, Whittemore et al. (35); Whittemore et al (36) que un nivel 30% de papa cocida deshidratada durante inciación y finalización (56 días) reduce el crecimiento el consumo de alimento y afecta la eficiencia alimenticia. Sin embargo, a

BIBLIOTECA ... ZUARA
DE ...

suplementadas con papa fueron más eficientes que el testigo, ya que el rango de peso promedio final (1350 a 1385) aunque inferior (NS) al grupo testigo (1411 g) superó el peso promedio de 1290 g indicado para este tipo de polla al finalizar la semana 16a.

BIBLIOTE...
I. E. ...

6. CONCLUSIONES

1. El valor Energía Metabolizable Aparente calculado para la harina de papa sin cocinar (949 Kcal/kg M.S.) y cocida (2137) empleando la fórmula propuesta por Sibbald (30) difiere ampliamente de otros valores reportados por la literatura.

2. Respecto al contenido de Energía Metabolizable Verdadera (2083 y 2885 Kcal/kg M.S.) debe ser considerado como un valor de aproximación ya que no existen otras pruebas comparativas que utilicen un material similar y permitieran observar la repetibilidad de los valores aquí encontrados.

3. La suplementación con papa sin concinar afectó en forma lineal (P 0.01) y negativa la ganancia de peso y dentro del grupo de pollas suplementadas, la tendencia fue incrementarse el consumo a medida que se aumentó su nivel en la dieta.

4. La suplementación con papa cocida tuvo un efecto significativo (P 0.01) sobre el consumo de alimento. Sin embargo, el peso final (1350 a 1385 g/polla) fue logrado con 349,3 gs menos que el grupo testigo (P 0.01).

5. Según los resultados del presente experimento y en términos de consumo de alimento, un nivel del 20% de papa cocida sería el más indicado en dietas para pollas en crecimiento.

7. RESUMEN

En el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias - Tibaitatá - del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), se realizaron tres experimentos con el fin de determinar el valor nutricional de la papa en alimentación de pollas de levante (8a. - 16a. semana).

Los objetivos propuestos en este trabajo fueron:

- Determinar el valor de Energía Metabolizable Verdadera en harina de papa sin cocinar y cocida.

- Determinar el nivel óptimo de utilización de harina de papa sin cocinar.

- Determinar el nivel óptimo de utilización de harina de papa cocida.

La Energía Metabolizable Verdadera se midió según la técnica propuesta por Sibbald y las pruebas de alimentación se evaluaron con base en el consumo acumulado/ave y ganancia de peso durante 63 días de experimentación.

La Energía Metabolizable Verdadera estimada para la harina sin cocinar y cocida (2083 $\pm$ 106; 2885 $\pm$ 96 kcal/kg de M.S.) indica que el cocinado solo

mejoró en 802 kcal el valor de la energía. Sin embargo, el desempeño de las aves no pareció reflejarlo y por tanto, los valores energéticos del material experimental deberían ser considerados una aproximación ya que no existen otras pruebas comaprativas que permitan observar la repetibilidad de los valores aquí encontrados.

La adición de harina de papa sin cocinar (3, 6 y 9%) presentó un efecto lineal (P 0.10) y cuadrático (P 0.05) sobre el consumo, correspondiendo un consumo mínimo a un nivel de 3,72% de papa. En la comparación del consumo promedio no se encontró diferencia significativa entre el grupo testigo y las dietas con 6 y 9%.

A medida que se incrementó el nivel de papa, se redujo (P 0.01) la ganancia de peso, sin embargo, el rango de peso promedio final (1338 - 1375 g/ave) estuvo dentro de lo indicado a esa edad para este tipo de ave.

La adición de harina de papa cocida (10, 20 y 30%) presentó un efecto lineal (P 0.01) y cuadrático (P 0.01) sobre el consumo, correspondiendo un consumo mínimo a un nivel de 20% de papa. En la comparación del consumo promedio no se encontró diferencia estadística dentro de las dietas suplementadas con papa. Tales dietas presentaron un consumo menor (P 0.05) respecto a la dieta testigo. Por tanto fueron más eficientes ya que el rango de peso promedio final (1355-1385 g/ave) aunque inferior (NS) al testigo (1411 g/ave) superó el peso promedio indicado (1290 g/ave) a esa edad y para este tipo de ave.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

8. SUMMARY

At the Tibaitata Experimental Center, a dependence of the Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) three experiments were carried out in order to determine the nutritive value of potatoes in the feeding of pullets (8^{th} to 16^{th} weeks).

The objetives of the experiments were:

- To determine the true metabolizable energy (TME) vlaue of dried raw and cooked potatoes.

- To determine the optimun level of dried raw potatoes in the ration.

- To determine the optimun level of dried cooked potatoes in the ration.

The true metabolizable energy was measured following the proposed method by Sibbald and the feeding trials were evaluated by total consumption/bir and weight gained during 63 days.

The TME estimated for the raw and cook potato meal (2083 $\pm$ 106 and 2885 $\pm$ 96 kcal/kg of D. M. respectively) shows that cooking improved the

energy value by only 802 Kcal. Nevertheless, the performance of the birds didnot seem to show it, so that the energy value of the experimental material should be considered an aproximation as there are not other research works tobe compared with.

The addition of raw potato meal (3, 6 and 9%) showed a lineal (P 0.01) and quadratic (P 0,05) effect on conumption, with the minimun consumption at the 3,72% level. When the averages were compared no significant differences were found between the control diet and the 9% levels.

As the potato level was increased the weight gains were reduce (P 0.01) but the final weight range (1338 - 1375 g/bird) was within the limits for the age and class of birds.

The addition of cooked potato meal showed a lineal (P 0.01) and quadratic effect (P 0.01) on consumption, with the minimun consumption at the 20% level. When the averages were compared a significant difference (P 0.05) was found between the control diet and the 10, 20 and 30% diets, but this diets were more efficient since the final weight range (1355 - 1385 g/bird) eventhough lower (NS) than the controls (1411 g/bird) was higther than the average indicated for that age (1290 g/bird) and class of birds.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFIAS

1. BACIGALUPO, A. Nuevos usos de la papa como alimento. En : Centro Internacional de la Papa. Lima (Perú). Prospects for the potato in the developing world. Edited by E. R. French, Lima, CIP, p. 113-124. 1972.

2. BALLS, A. K.; RYAN, C. A. Concerning a cristalline chymotryptic inhibitor from potatoes, and its binding capacity for the enzime. Journal of Biological Chemistry (Estados Unidos) v. 238 No. 9, p. 2976-2982. 1963.

3. BELTRAN, J. La utilización de los excedentes de papa. Revista del Instituto de Investigaciones Tecnológicas (Colombia) v. 4 No.18, p. 9-14. 1982.

4. BOOHER, L.E.; BEHAN, I. McMEANS, E. Biologic utilization of unmodifield and modified food starches. Journal of Nutri tion (Estados Unidos) v. 45 No. 1, p. 75-100. 1951.

5. BRAUDE, R.; MITCHELL, K. G. Potatoes for fattening pigs; comparison of cooked and raw potatoes. Agriculture (Inglaterra) v. 57 No. 2, p. 501-506. 1954.

6. BURTON, W. G. Nutritive value. En: _____. The potato. London Chapman and Hall, 1948. p. 176-191.

7. D'MELLO, F.P.; WHITTEMORE, C. T. Nutritive value of cooked potato flakes for the young chick. Journal of the Science and Food Agriculture (Inglaterra) v. 26 No. 2, p. 261-265. 1975.

8. _____ ; _____; ELSLEY, F.H. The influence of processing upon the nutritive value of the potato. Journal of the Science and Food Agriculture (Inglaterra) v. 24 No. 5, p. 533-537. 1973.

9. FERNANDEZ, J. DEL C. Ensayo comparativo de la papa riche en el desarrollo y acabado de cerdos; valor nutritivo y económico. Tunja, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Agronomía, 1968. 70 p. (Tesis Ing. Agr.).

10. FITZPATRICK, ET.J.; HERB, S.F.; OSMAN, S.F.; McDERMOTT, J.A. Potato glycoalkaloids: Increases and variations of rations in aged slices over prolonged storage. American Potato Journal (Estados Unidos) v. 54 No. 11, p. 539-544. 1977.

11. HALNAN, ET.T. Digestibility trials with poultry. XI. The digestibility and metabolizable energy or raw and cooked potatoes dried. Journal of Agricultural Science (Inglaterra) v. 34 No.1, p.139-144. 1944.

12. HERRERA, H.E.; GALLO, J.T.; MANNER, J.H.; CEBALLOS, B.E. Análisis químico-bromatológico de algunas materias primas colombianas empleadas en nutrición animal. Bogotá, ICA, 1970. s.p.

14. HILLER, G.M.; WHITTEMORE, C.T. Intake by piglets of diets containing cooked potato flake. Journal of the Science and Food Agriculture (Inglaterra) v. 26 No. 9, p. 1215-1217. 1975.

15. LAWRENCE, T.L. High - level cereal diets for the growin/finishing pig. Journal of Agricultural Science (Inglaterra) v. 76, p. 443-451. 1971.

16. LIENER, I.E.; KAKADE, M.L. Protease inhibitors. En: _____;_____. Toxic constituents of plant foodstuffs. New York, Academic Press, 1969. p. 8-53.

17. LIVINGSTONE, R.M.; ATKINSON, T.; BAIRD.; CROFTS, R.M. The effect of processing potatoes on the apparent digestion by pigs of organic matter and nitrogen measured overall and at the terminal ileum. The Proceedings of the Nutrition Society (Inglaterra) v. 36 No.2, p. 58A. 1977.

18. _____; BAIRD, B.A.; ATKINSON, T.; CROFTS, R.M. The effect of different patterns of thermal processing of potatoes on their digestibility by growing pigs. Animal Feed Science and Techonology (Inglaterra) v. 4 No. 4, p. 295-306. 1979.

19. LUJAN, L. Evolución del cultivo de la papa en Colombia. En: Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá (Colombia). Conferencias del Curso de Papa. Tibaitatá 13-16 mayo,1975. Bogotá, 1976. p. 2-14.

20. MONCADA, B.; NANNER, H.J. Valor nutritivo de la papa en dietas para cerdos en crecimiento y acabado. En: Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá (Colombia). Día de Campo sobre Ciencias Animales. Tibaitatá, febrero 18, 1966. Bogotá, 1966. s.p.

21. NABER, E. C.; TOUCHBURN, S. P. Effect of hydration, gelatinization and ball milling of starch on growth and energy utilization by the chick. Poultry Science (Estados Unidos) v. 48 No. 10, p. 1583-1589. 1969.

22. NEUBERGER, A.; SANGER, F. The nitrogen of the potato. Biochemical Journal (Estados Unidos) v. 36, p. 662-671. 1942.

23. NISHIE, K.; GUMBANN, M. R.; KEYL, A. C. Pharmacology of solainne Toxicology and Applied Pharmacology (Estados Unidos) v. 19 No.1, p. 81-82. 1971.

24. NITZAN, Z.; BARTOV, I. Comparison between the nutritional value of potato and corn starch for chicks. Poultry Science (Estados Unidos) v. 51 No. 6, p. 836-840. 1972.

25. RYAN, C. A. Chymotrypsin inhibitor. I. From potatoes: Reactivity with mammalian, plant, bacterial, and fungal proteinases. Biochemistry (Estados Unidos) v. 5 No. 5, p. 1592-1596. 1966.

26. _____; CLARY, J. J.; TOMIMATSU, Y. Chicken chymatripsin and turkeys tripsin. II. Physical and enzymic propterties. Archives of Biochemistry an Biophysics (Estados Unidos) v. 110 No. 1, p. 175-183. 1965.

27. SANDSTEDT, R. M.; GATES, R. L. Raw starch digestion: A comparison of the raw starch digesting capabilies of the amylase systems from four alpha-amylase sources. Research (Estados Unidos) v. 19 No. 2, p. 190-199. 1954.

28. SCHWIMMERS, S.; BURR, H. K. Structure and chemical composition of the potato tuber. En: Talbur, W. F.; Smith, O. Potato processing. Westport, Connecticut, AVI, 1967. p. 12-43.

29. SHONIE, K.; AMBE, K. S. Crystalline inhibitors of trypsin from potato. Nature (Inglaterra) v. 176 No. 4490, p. 972. 1955.

30. SIBBALD, I. R. A biossay for true metabolizable energy in feedingstuffs. Poultry Science (Estados Unidos) v. 55 No. 1, p. 303-308. 1976.

31. SIEBALD, S. E. Papas de desecho en alimentación de bovinos. Chile, INIA, Estación Experimental Remehue, 1977. 9 p. (Boletín Informativo, No. 6).

32. STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. Principles and procedures of statistics with special reference to the biological scences. New York, McGraw-Hill. 1960. p. 222-230.

33. WHITTEMORE, C. T. The potato as a source of nutrients of pigs and fowl. Animal Feed Science and Technology (Inglaterra) v. 2 No. 2, p. 171-190.

34. _____; MACER, R. C.; MILLER, J. K. Some consequences of the ingestion by young and growing pigs of feed contaminated with ergot. Research in Veterinary Science (Inglaterra) v. 20 No. 1, p. 61-69. 1976.

35. _____; MOFFAT, I. W.; MITCHELL, M. J. Perfomance of broilers feed on diets containing cooked potato flake. British Polutry Science (Inglaterra) v. 15 No. 1, p. 225-230. 1974.

36. _____; MOFFAT, I. W.; TAYLOR, A. G. The effects of dietrary cooked potato flake on perfomance of broilers on litter quality. British Poultry Science (Inglaterra) v. 16 No. 1, p. 115-120. 1975.

37. _____; _____; _____. Influence of cooking upon the nutritive value of potato and maized in diets for growing pigs. Journal of the Science and Food Agriculture (Inglaterra) v. 26 No. 10, p. 1567-1576. 1975.

38. _____; TAYLOR, A. G.; CROOKS, P. The nutritive value for young pigs of cooked potato flake in comparison with maize meal. Journal of Agricultural Science (Inglaterra) v. 83 No. 1, p. 1-5. 1974.

39. _____; _____; ELSLEY, F. W. H. The influence of processing upon the nutritive value of the potato: digestibility studies with pigs. Journal of the Science of Food and Agriculture (Inglaterra) v. 24 No. , p. 539-545. 1973.

40. _____; _____; MOFFAT, I. W.; SCOTT, A. Nutritive value of raw potato for pigs. Journal of the Science and Food Agriculture (Inglaterra) v. 26 No. 3, p. 255-260. 1975.

41. WOLF, M. J.; DUGGAR, B.M. Estimation and physiological role of solanine in the potato. Journal of Agricultural Science (Estados Unidos) v. 73 No. 1, p. 1-32. 1946.

ANEXO

TABLA 1. Análisis de varianza para consumo acumulado de alimento en pollonas suplementadas con papa sin cocinar.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc
Papa sin cocinar	3	252841	84280	5.66 *
Papa lineal	1	56059.26		3.77 +
Papa cuadrática	1	165919.08		11.16 *
Papa cúbica	1	30872.01		2.07 N.S.
Error	8	118959	14870	
Total	11	371800		

N.S. (No significativo)

* (P 0.05)

\+ (P 0.10)

TABLA 2. Análisis de varianza para consumo acumulado de alimento en pollonas suplementadas con papa cocida.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc
Papa cocida	3	274710	91570	10.31 **
Papa lineal	1	135004.70		15.21 **
Papa cuadrática	1	119860.04		13.50 **
Papa cúbica	1	19845.26		2.23 N.S.
Error	8	71000	8875	
Total	11	345710		

N.S. (No significativo)

** (P 0.01)

TABLA 3. Análisis de varianza para ganancia de peso en pollonas suplementadas con papa sin cocinar.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc
Papa sin cocinar	3	10560.2	3520.0	16.45 **
Papa lineal	1	9168.6		42.84 **
Papa cuadrática	1	1134.9		5.30 N.S.
Papa cúbica	1	256.0		1.19 N.S.
Error	8	1711.9	213.9	
Total	11	12272.1		

TABLA 4. Análisis de varianza para ganancia de peso en pollonas suplementadas con papa cocida.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc
Papa cocida	3	5022.6	1674.2	3.86 N.S.
Error	8	3463	432.9	
Total	11	8486.0		