

ESTUDIO COMPARATIVO DEL VALOR NUTRITIVO DE TORTA DE PALMA

AFRICANA, QUINUA Y LECHE DESCREMADA EN POLVO

Por

Armando Cardozo G.



Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas  
Turrialba, Costa Rica  
Junio de 1959

ESTUDIO COMPARATIVO DEL VALOR NUTRITIVO DE TORTA DE PALMA  
AFRICANA, QUINUA Y LECHE DESCREMADA EN POLVO

Tesis

Sometida al Consejo de Estudios Graduados  
como requisito parcial para optar el grado



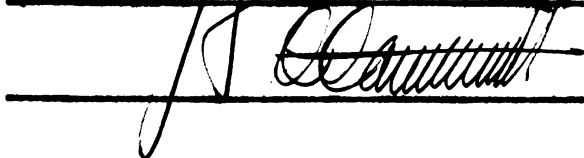
de

Magister Agriculturae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas

APROBADO :

	Consejero
	Comité
	Comité

Junio de 1959

## AGRADECIMIENTOS

Los expresa el autor al Dr. Jorge de Alba, Jefe del Departamento de Industria Animal, por la dirección y colaboración prestadas para la realización de este trabajo.

Al Dr. John V. Bateman, por los consejos y sugerencias y al Ing. Candelario Carrera, por la colaboración prestada.

A la Srta. Angelina Martinez, por su colaboración en la revisión de literatura.

A los Asistentes Graduados y de Campo del Departamento de Industria Animal que colaboraron, en diversas fases, a la realización de este trabajo.

Los expresa también a la Fundación Rockefeller, al Proyecto 39 de la Organización de Estados Americanos y a la Misión de Operaciones de los Estados Unidos en Bolivia, que facilitaron la permanencia en la Escuela de Graduados de Turrialba.

## BIOGRAFIA DEL AUTOR

Armando Cardozo Gonzáles, nació en la ciudad de La Paz, Bolivia, el 15 de enero de 1928.

Realizó sus estudios primarios y secundarios en su ciudad natal.

Cursó sus estudios profesionales en la Universidad de Chile, en la Universidad de San Simón de Cochabamba (Bolivia) y obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Rural del Estado de Río de Janeiro, Brasil, en diciembre de 1951.

En junio de 1958 ingresó como Asistente Graduado del Departamento de Industria Animal del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.

- iii -

A MI ESPOSA

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCION .....	1
REVISION DE LITERATURA .....	4
1. LA PALMA AFRICANA ( <u>Eleaeis guineensis</u> , Jacq.).....	4
a) Información general .....	4
b) La torta de palma africana .....	5
c) En la alimentación de cerdos .....	7
2. IA QUINUA ( <u>Chenopodium quinoa</u> , Willd). .....	9
a) Información general .....	9
b) Acción de la saponina .....	10
c) En la alimentación animal .....	11
MATERIALES Y METODOS .....	15
I. Experimento de alimentación de cerdos .....	15
a) Raciones .....	15
b) Cerdos .....	16
c) Manejo .....	18
II. Experimento de alimentación de pollos con quinua ...	19
RESULTADOS .....	23
I. Alimentación de cerdos .....	23
II. Alimentación de pollos con quinua .....	26
DISCUSION .....	30
Actuación de la Leche Descremada en Polvo .....	30
Actuación de la Torta de Palma Africana .....	30
Actuación de la Quinua .....	31

Consumo de Alimento y Eficiencia de Utilización de Alimentos ..	33
RESUMEN Y CONCLUSIONES .....	35
SUMMARY AND CONCLUSIONS .....	38
LITERATURA CITADA .....	41

INDICE DE CUADROS

N°	Página
1 Porcentaje de aminoácidos en proteína de quinua, leche descremada en polvo y torta de soya. (Partes de aminoácidos por cien de proteína) .....	12
2 Comparación de las proteínas de leche descremada en polvo, quinua y de ambas, a dos niveles, en la alimentación de ratas. ....	13
3 Ensayo de alimentación de terneros con cebada, trigo, harina de habas y quinua molida .....	14
4 Composición de las raciones para la alimentación de cerdos..	17
5 Raciones usadas en el experimento de alimentación de pollos con quinua .....	20
6 Resultados finales del experimento de alimentación de cerdos	24
7 Análisis de la variancia de aumento de peso de los cerdos ..	25
8 Resultados finales del experimento de pollos alimentados con quinua .....	27
9 Análisis de la variancia de aumentos de peso de pollos alimentados con quinua .....	28



## INTRODUCCION

En la industria agrícola intensiva existe una necesidad constante de obtener animales de altos rendimientos. Debido a esta necesidad, la alimentación adquiere cada vez mayor importancia económica en la cría de ganado.

Los progresos alcanzados en el campo de la nutrición animal, contribuyen a satisfacer la exigencia de obtener animales de alto rendimiento. Esos progresos muestran, que en la medida que se satisfacen los requisitos alimenticios de los animales, se obtienen mejores rendimientos. El problema constante del criador, en consecuencia, es el suministro de alimentos que reúnan esos requisitos alimenticios a su ganado.

El papel de la alimentación en la crianza de cerdos es más preponderante aún que en los rumiantes. Se sabe que el cerdo es un eficiente transformador de energía de alimento en energía corporal y que depende, más que otras especies animales, del alimento que le proporciona el criador. Por ello, con certeza, se considera que la alimentación es un factor que influencia directamente y decide el éxito en la cría de cerdos (8)(12).

Se concluye de las anteriores consideraciones, que la producción de cerdos depende de la calidad de los alimentos que se utilizan. El criador de cerdos, en los países industrializados y que han desarrollado muchas fuentes de alimentos, tiene la posibilidad de seleccionar los alimentos que utiliza. Con ellos puede preparar mezclas que

suministren los requisitos alimenticios al menor costo. Pero, en los países no desarrollados aún, el problema es de otras características.

En América Latina, debido a la escasez de alimentos, el criador de cerdos debe resolver, en primer término, el problema de obtenerlos. Una contribución preliminar para resolver este problema es la de conocer el valor nutritivo de los alimentos actualmente disponibles.

Contribuciones al conocimiento del valor nutritivo de los alimentos utilizados en la cría de cerdos, están ya realizando algunas instituciones de investigación en América Latina. El Departamento de Industria Animal del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas contribuyó con dos experimentos en la alimentación de cerdos con maíz, yuca y bananas (13) y con cáscara de cacao, maíz y bananas (14).

El presente trabajo es una continuación del programa del Departamento de Industria Animal, del citado Instituto. Este trabajo incluye la información sobre dos experimentos, uno con cerdos y otro con pollos.

En el primer experimento, se analiza la actuación de concentrados con torta de palma africana o quinua, en comparación con un concentrado con leche descremada en polvo, usados en la alimentación de cerdos. La torta de palma africana es subproducto de una industria que va desarrollándose en las zonas tropicales de algunos países latinoamericanos. Y, la quinua, es una semilla de amplio uso en la alimentación humana y de aves de corral en las áreas andinas de América del Sur.

En el segundo experimento, se dilucida el efecto de la saponina de la quinua en la nutrición de las aves. Este experimento surgió de

la suposición que la saponina tuvo influencia adversa en los resultados obtenidos en la alimentación de los cerdos que recibieron la quinua.

En ambos experimentos, se usó la técnica de la sustitución de un alimento conocido por otro bajo estudio. El alimento conocido fué, en ambos casos, leche descremada en polvo. Por lo tanto, el énfasis de las comparaciones radicaba en la sustitución de proteínas de valor desconocido por las proteínas de alta calidad de la leche. Esta técnica dió resultados satisfactorios para establecer el valor comparativo de la torta de palma africana, pero, en el caso de la quinua, un componente de ésta, ajeno a la proteína, obstaculizó el valor de la comparación.

## REVISION DE LITERATURA

### 1. LA PALMA AFRICANA (Eleaëis guineensis, Jacq.)

#### a) Información general

La palma africana es originaria del Golfo de Guinea y del Este del Africa. Se la conoce por varios nombres, entre ellos, avoira, guinea, palmiche, palmisto, palma de aceite, corajo de Guinea, que son los más comunes. La palma africana es una especie de la Familia de las Palmaceae, que alcanza una altura de 7 metros. Posee de 20 a 30 hojas, en cuyas axilas se producen frutos en espádice. Cada espádice tiene de 800 a 2000 drupas ovales, que en un árbol maduro pesan de 10 a 50 Kgs. (10)(34).

El fruto está formado por un pericarpio duro que envuelve al mesocarpio carnoso. El endocarpio es una almendra. El fruto produce el aceite de palma, que es extraído por procesos corrientemente usados en la industria de extracción de aceites: expresión o acción de solventes.

El fruto tiene un rendimiento en aceite, de 64 a 88% de su peso total. Del mesocarpio proviene 40 a 50% del total de aceite producido por el fruto y el resto se extrae de la almendra (11)(34). El aceite de palma contiene ácidos grasos libres, constituidos principalmente por el ácido oleico (38-52%) y el ácido linoleico (6-11.9%), (34)(52).

El cultivo de la palma africana estuvo restringido por mucho tiempo a los territorios de su origen (10), donde sus frutos tenían las más diversas aplicaciones. La extensión del cultivo de la palma africana a otras áreas tropicales del mundo, fué paulatina. En América, la utilización industrial de los frutos de palma africana recién comenzó

a desarrollarse a fines del siglo pasado. En el presente siglo, el cultivo de la palma adquirió importancia debido al mayor uso de sus frutos en la industria de aceites vegetales (5)(10)(34).

Actualmente, en varios países del Africa, la producción de frutos de la palma africana, es una importante fuente de recursos económicos; a su vez, otros países del Oeste de Europa, utilizan esa producción para industrializar y suplir, gran parte del consumo mundial de aceites (41).

El aceite de palma adquirió también mérito por el conocimiento antiguo de sus propiedades curativas en xerolftalmia de humanos (2) y de ratas (45). Investigaciones posteriores determinaron su alto contenido de caroteno y vitamina A (7)(9)(16)(49) y la ventaja económica de su uso en comparación con otras fuentes de caroteno y vitamina A (11)(17)(34)(39). Se encontró también, que el aceite de palma contenía vitaminas B<sub>2</sub> (49) y D (11).

b) La torta de palma africana

Como subproducto en la extracción del aceite de palma, se obtiene un residuo sólido, la torta, que se usa en la alimentación de ganado. Contribuye a su mayor utilización el creciente progreso de la industria y su bajo costo.

Los ensayos y análisis preliminares de la torta de palma africana han mostrado mayor contenido de vitaminas A y B que otras tortas oleaginosas (20). Woodman y Evans (56) encontraron 56% y 74% de digestibilidad de la fibra de torta de palma africana. Estos valores son superiores a los de muchas otras tortas de uso común, como las de algodón y ajonjolí.

Hansen (27) indica que es igual el valor de tortas obtenidas por expresión o por la acción de solventes. Sin embargo, otros autores (3) han probado que los procesos industriales tienen influencia capaz de destruir proteínas y vitaminas del fruto original; éstos se realizaron sobre tortas de maní.

Las investigaciones sobre la utilización de la torta de palma africana en la alimentación de cabras y vacas lecheras, en reemplazo de otras tortas oleaginosas, comúnmente usadas, indican que la torta de palma africana contribuye a aumentar el contenido de grasa de la leche (3)(6)(27)(30)(43)(50)(51) y también al aumento de la producción total de leche (1)(19)(27)(30)(50). Se observó también el aumento del grado de saponificación (30) y la disminución del número de yodo (43)(51) en la mantequilla de leche producida por vacas alimenticias con torta de palma africana.

Estas observaciones, explicables en parte por la adición de grasa y caroteno en la ración (18), señalaron mejores cualidades en la mantequilla producida por vacas alimenticias con torta de palma africana.

Investigaciones posteriores, utilizaron la torta de palma africana para compararla con alimentos como la torta de shea (Bassia latifolia) (44) y para reemplazar a la torta de copra (15,40), en la dieta de vacas lecheras, habiéndose obtenido buenos resultados. Cuando la torta de palma africana reemplazó a cereales, mezcla de cereales o sus subproductos, en la ración de vacas lecheras, mostró habilidad para hacerlo y mayores ventajas económicas (27)(29)(46)(47).

La torta de palma africana dió buenos resultados en la alimentación de terneros, conejos y pollos (15). Fué eficiente en la alimentación

de ratas, cuando la torta de palma africana era la única fuente de proteínas (20).

Squibb y colaboradores (48), encontraron que la torta de palma africana no fué buen sustituto de la torta de ajonjolí en la alimentación de pollos, a pesar de haber sido incluida hasta un nivel de 40% de la ración total.

c) En la alimentación de cerdos

Los primeros experimentos, de los que se posee información, sobre torta de palma africana en la alimentación de cerdos, se realizaron en Dinamarca entre los años 1895 y 1898 (21). Se utilizó la torta de palma africana en reemplazo del 16% de una ración constituida exclusivamente de maíz. Se obtuvo en ese experimento un aumento diario por cerdo de 1.11 lbs. Cuando el reemplazo alcanzó a 50% del maíz de la ración, el aumento diario por cerdo fué de 1.13 lb. Además, se observó una tendencia de los cerdos alimentados con torta de palma africana a producir tocino de mejor calidad.

La actuación de la torta de palma africana en estos experimentos, fué considerada satisfactoria en comparación con los resultados de investigaciones anteriores. Esos resultados mostraban que, cerdos alimentados con trigo produjeron aumentos diarios de 1.13 lbs.; alimentados con cebada produjeron 1.09 lbs. de aumento diario y alimentados con cebada y trigo, en partes iguales, aumentaron 1.11 lbs. diariamente.

En 1904, Lemmermann y Linkh (32) estudiaron la calidad del tocino de cerdos alimentados con torta de palma africana, en comparación con el tocino de cerdos alimentados con maíz. Observaron un tocino más

consistente en los cerdos alimentados con torta de palma africana que en los cerdos alimentados con maíz, aunque, la diferencia no era muy marcada.

En diferentes centros de Irlanda, se realizaron experimentos simultáneos con torta de palma africana en el engorde de cerdos (53). En ellos se compararon los aumentos de peso de dos grupos de cerdos. Uno de los grupos sirvió de testigo y fué alimentado con partes iguales de maíz y afrecho de trigo. El otro grupo fué alimentado con maíz, afrecho de trigo y torta de palma africana, en partes iguales. En algunos centros de experimentación, ambos grupos recibieron cantidades iguales de leche descremada y papas o nabos. Todos los períodos de alimentación duraron 94 días. Se encontró en el grupo alimentado con el concentrado bajo estudio, aumentos diarios promedios de 1.629 lbs., mientras que en el grupo testigo alcanzaron a 1.624 lbs. de aumento diario en promedio.

En 1924, Green y Richardson (25), realizaron un experimento para comparar el valor nutritivo de la torta de palma africana y del afrecho de trigo. Alimentaron 2 lotes de cerdos con una ración basal, que contenía: 3 partes de maíz, 1 de harina de pescado y 1 a  $1\frac{1}{2}$  partes de suero de leche, a la que se añadió, según el lote, 4 partes de torta de palma africana ó 4 partes de afrecho de trigo. El experimento duró 201 días. Los cerdos mostraron aumentos diarios de 1.32 lbs. cuando la ración contenía afrecho de trigo y 1.42 lbs. cuando contenía torta de palma africana. La eficiencia de utilización de alimentos fué de 4.76 lbs por libra de aumento en peso vivo con la torta de palma africana y 4.97 lbs.



por libra de aumento en peso vivo, cuando la ración contenía afrecho de trigo.

Woodman y Evans (56), concluyen después de realizar su experimento de alimentación de cerdos con torta de palma africana, que este concentrado no puede ser considerado adecuado para la alimentación de cerdos. Indican que su conclusión es debida al alto contenido de fibra y al bajo porcentaje de proteína. Justifican su uso en las raciones, sólo por el beneficio económico, que puede obtenerse para reemplazar alimentos más caros, pero, con la consecuencia de obtener rendimientos pobres.

## 2. LA QUINUA (Chenopodium quinoa, Willd).

### a) Información general

La quinua es una planta que pertenece a la familia de las Quenopodiaceae y se cultiva en las zonas andinas de varios países de Sud América.

La quinua alcanza una altura de 1.20 metros; posee hojas alternas de 3 a 11 centímetros de largo y de 1 a 5 centímetros de ancho. La inflorescencia de la quinua es paniculada y colocada en racimo ascendente. La quinua tiene flores que usualmente son hermafroditas (24).

El período vegetativo de la quinua es de 150 a 210 días. En la siembra de quinua se utilizan 30 Kgs. por hectárea y se obtiene un rendimiento de 1000 a 3000 Kgs. por hectárea (24). Los cultivos de quinua, y otro grano importante de los Andes, la cañahua (Chenopodium pallidiculae) abarcaron, en 1955, una superficie de 32.605 hectáreas en el Perú y 10.000 hectáreas en Bolivia. La producción anual de quinua en el Perú

en 1955, fué de 50.000 toneladas (24). En 1949, en el Perú, se calculó un consumo de 6 Kgs. de quinua per cápita (26).

La quinua fué cultivada desde el tiempo de los Incas y, principalmente, los indígenas de los Andes mantienen la tradición de este cultivo y son los mayores consumidores.

Los tallos, las hojas y los frutos de la quinua son habitualmente empleados en variados usos domésticos. Pero, la quinua se usa especialmente en la alimentación humana y, en menor escala, en la de aves de corral.

b) Acción de la saponina

Es tradicional en las zonas donde se utiliza la semilla de quinua en la alimentación, darle un tratamiento previo. Este tratamiento consiste en cocer, lavar y eliminar el agua espumosa y amarilla que se produce después de la cocción ("amargo"). Este tratamiento se debe al conocimiento antiguo (23) de que los frutos de la quinua poseen un principio tóxico, que se lo ha identificado como una saponina.

Las propiedades de la saponina de la quinua son semejantes a las mostradas por las saponinas de alfalfa (Medicago sativa) y de quillay (Quillaja saponaria). Producen hemólisis, reducen el crecimiento de los pollos (28). Se ha encontrado difícil de eliminarlas por procesos físicos (31), pero es soluble en agua caliente (33).

Gandarillas (22) ha estudiado el efecto de la saponina en la alimentación de aves. Realizó un experimento con pollos, de nueve semanas de edad, a los que distribuyó en cuatro raciones. Las raciones contenían los siguientes ingredientes comunes: trigo, cebada, afrecho de



trigo, harina de pescado, leche descremada en polvo, harina de hueso y sal. Las raciones diferían en la preparación de la quinua, que completaba cada ración. Para ello, preparó quinua lavada y cocida, quinua lavada y cruda, quinua sin lavar cruda y quinua sin lavar cocida. El experimento duró 30 días. Los aumentos de peso de los grupos fueron comparados con los de un lote testigo, alimentado con los ingredientes comunes y completada la ración con maíz en reemplazo de la quinua.

Los resultados encontrados por Gandarillas, en ese experimento no mostraron diferencias estadísticas significativas entre los aumentos de peso de los grupos, pero, sí indicaron diferencias estadísticas significativas a nivel de 5%, en el contenido de glóbulos rojos por milímetro cuadrado de sangre, entre los pollos alimentados con raciones de quinua lavada y cocida, quinua lavada y cruda y los pollos alimentados con las otras raciones, incluyendo el lote testigo.

El costo y la prolijidad del proceso para eliminar la saponina, ha limitado el uso de este concentrado en la alimentación animal, por eso, sólo se la emplea en la cría doméstica de aves y cerdos.

c) En la alimentación animal

Los experimentos realizados con quinua en la alimentación animal, que se encontraron en la literatura, son pocos. Pero, del conocimiento del valor de la quinua en la alimentación humana, de los análisis de aminoácidos de su proteína (Cuadro N°1), de vitaminas y minerales (35)(55), surge la posibilidad de que sea una fuente valiosa para la alimentación en las regiones andinas de Sud América.

Cuadro N°1. Porcentaje de aminoácidos en proteína de quinua, leche descremada en polvo y torta de soya. (Partes de aminoácidos por cien de proteína).

PROTEINA %	Q u i n u a				Leche des- cremada en polvo (3)	Torta de soya (3)
	Huancayo (1)	Puno (1)	Cajamarca (1)	(2)		
	14.03	12.95	12.08	11.0	29.8	37.0
Arginina	3.30	4.31	3.91	7.9	3.5	6.0
Histidina	3.48	3.86	3.43	2.7	2.7	2.5
Isoleucina	5.60	6.54	6.84	6.4	6.9	6.4
Leucina	5.36	5.07	5.77	7.1	10.0	8.2
Lisina	5.81	8.06	7.27	6.6	8.5	6.2
Metionina	4.06	5.00	5.10	2.4	2.4	1.7
Fenilalanina	3.98	5.26	4.67	3.5	4.5	4.8
Trionina	4.02	5.10	5.16	4.8	4.2	3.9
Triptófano	0.73	0.72	0.88	1.1	1.2	1.4
Valina	4.72	7.47	5.87	4.0	6.6	5.0
Ac. Aspártico	3.03	3.47	3.31	--	--	--
Ac. Glutámico	4.35	5.35	4.91	--	20.5	17.0
Cistina	5.17	5.17	6.90	0.98	1.5	1.4
Serina	2.81	3.89	2.52	--	--	--
Tirosina	4.41	5.50	6.44	--	3.9	3.2
Prolina	2.47	2.25	3.31	--	--	--

(1) Análisis de Jorge Chiriboga y Dora A. Velasquez, citados por Gorbitz y de la Fuente (24).

(2) Análisis citado por White (55).

(3) Tomados de la tabla de composición de la proteína de alimentos de Morrison (37).

En un experimento realizado por White (55), en 1955, se hizo una comparación entre los aumentos de peso de ratas alimentadas con proteínas de leche descremada en polvo, de quinua, y de una mezcla de ambas. La quinua utilizada era libre de saponina. El experimento se realizó usando dos niveles de proteína y los concentrados bajo estudio eran la única fuente proteica. Los resultados de este experimento, que duró 54 días, han sido sintetizados en el Cuadro N°2.

Cuadro N°2. Comparación de las proteínas de leche descremada en polvo, quinua y de ambas, a dos niveles, en la alimentación de ratas.\*

Grupo	Fuente de Proteína	Nivel de Proteína %	Aumentos de peso (en gramos)
I	Leche descremada en polvo	6	53.0
II	Quinua	6	87.0
III	Leche descremada en polvo Quinua	5.5 0.5	83.4
IV	Leche descremada en polvo	9	106.4
V	Quinua	9	136.4
VI	Leche descremada en polvo Quinua	8.1 0.9	135.4

\* Sintetizado de los resultados del experimento realizado por White (55).

Los resultados indicaron una diferencia, estadísticamente significativa, a nivel de 1%, entre los grupos alimentados con proteínas de leche descremada en polvo y de quinua, cuando el nivel de proteína era de 6%. No hubo diferencia estadística entre los demás grupos.

En bovinos, Martinez Claire (24), en 1938, realizó un experimento

de alimentación de terneros con varios concentrados y quinua. Algunos datos de este experimento se incluyen en el Cuadro N°3.

Estos resultados de la alimentación con quinua en bovinos, demuestran que los terneros alimentados con concentrado que contenía quinua, realizaron mayor aumento diario, alcanzaron mayor peso a un año de edad y produjeron mayor utilidad que terneros que recibían los otros concentrados bajo estudio.

Cuadro N°3. Ensayo de alimentación de terneros con cebada, trigo, harina de habas y quinua molida.\*

R A C I O N	Aumentos diarios (Kgs.)	Pesos al año (Kgs.)	Utilidad por cada ternero (\$S/o.)**
1. 2 Kgs. de cebada	0.679	250	11.35
2. ½ Kg. de trigo (conchos)	0.776	280	0.11
3. 1.800 Kgs. de cebada 0.200 Kgs. de harina de habas	0.800	292	10.13
4. 1.800 Kgs. de cebada 0.200 Kgs. de quinua molida	1.133	414	37.19

\* Experimento realizado por Martinez Claire, citado por Gorbitz y de la Fuente (24).

\*\* Datos en moneda peruana, cada unidad equivale a 0.03 \$US. Con valores calculados.

No ha sido posible encontrar, en la revisión de literatura, datos experimentales sobre el uso de la quinua en la alimentación de cerdos.

La quinua, empero, es utilizada en la alimentación doméstica de los cerdos. Se emplea también el residuo o subproducto de la trilla de quinua ("jipi").

## MATERIALES Y METODOS

### I. Experimento de Alimentación de Cerdos

Se realizó un experimento para comparar el valor nutritivo de concentrados con torta de palma africana y quinua, en comparación con un concentrado con leche descremada en polvo. Estos concentrados fueron utilizados en la alimentación de cerdos en crecimiento.

#### a) Raciones

Se preparó un concentrado con 50% de maíz y 50% de afrecho de arroz. Esta ración y 0.500 Kgs. de leche descremada por centrifugación, fueron suministrados a cada animal en el período preliminar del experimento.

Durante el experimento, se utilizó una ración testigo con los siguientes ingredientes: afrecho de arroz, maíz amarillo molido, torta de ajonjolí, melaza de caña y leche descremada en polvo. Esta ración, suplementada con minerales, vitaminas y un antibiótico, reunía los requisitos alimenticios recomendados por el Comité Nacional de Investigaciones de los Estados Unidos (38) para el crecimiento óptimo de cerdos jóvenes. Se tomaron en cuenta, también, las observaciones de Cunha (8), para dar mayor margen de seguridad al suministro de esos requisitos alimenticios.

Para comparar la calidad nutritiva de la torta de palma africana y de la quinua con la calidad de la leche descremada en polvo, se prepararon además, otras dos raciones. Se empleó en ellas, los ingredientes de la ración testigo, pero, la proteína fue reemplazada por una cantidad equivalente de las proteínas de la torta de palma africana o de la quinua, en cada una.

El reemplazo de la proteína se calculó con los valores dados para la leche descremada en polvo, torta de palma africana y quinua usando la tabla de composición de alimentos de Morrison (37), valores de análisis realizados en el Laboratorio del Departamento de Industria Animal y dados por De Alba (12), respectivamente.

Estas raciones reunían también todos los requisitos alimenticios para el crecimiento óptimo de cerdos jóvenes. Pero, no se conocía la proporción de aminoácidos que podrían suministrar las proteínas de la torta de palma africana y de la quinua.

En el Cuadro N°4, se muestra la composición de las 3 raciones y resultados de cálculos y comparaciones de algunos componentes.

Las tres raciones suministraban los requisitos alimenticios de los cerdos. La diferencia en los aumentos de peso realizados por los cerdos, alimentados en cada una de estas raciones, podía indicar la medida del valor nutritivo de los concentrados bajo estudio, en comparación, con el valor nutritivo de la leche descremada en polvo.

#### b) Cerdos

Quince cerdos, 9 machos y 6 hembras, de 6 a 10 semanas de edad, que provenían, con excepción de un macho, de dos camadas y verraco común, todos fueron destetados e identificados. Se castró a los machos y todos fueron alimentados con la ración preliminar durante 50 días.

El peso inicial promedio, al comenzar el período preliminar al experimento, fué de 12 Kgs. y al finalizar fué de 17.5 Kgs. En ese lapso, los cerdos mostraron su habilidad individual para aumentar de



Cuadro N°4. Composición de las raciones para la alimentación de cerdos.

INFORMACION :	Raciones con:					
	Leche descremada en polvo.		Torta de palma africana		Quinua	
	Ración %	PC %	Ración %	PC %	Ración %	PC %
Afrecho de Arroz	30	2.52	15	1.26	15	1.26
Maíz Amarillo Molido	33	2.14	27	1.75	27	1.75
Torta de Ajonjolí	20	7.88	26	10.24	26	10.24
Melaza de Caña	10	-	10	-	10	-
Leche Descremada en Polvo	7	2.43	-	-	-	-
Torta de palma africana	-	-	22	2.72	-	-
Quinua	-	-	-	-	22	2.46
Minerales a., Vitaminas b., y Antibiótico c.	+		+		+	
	100	14.97	100	15.97	100	15.71
TDN calculado %	71.7		72.0		71.1	
<u>PROTEINA CRUDA</u> %						
Recomendada*	13.5-16.5		14.5-16.5		15-16.5	
Calculada	14.97		15.97		15.71	
Analizada**	17.64		14.30		13.65	
<u>FIBRA CRUDA</u> %						
Máxima recomendada*	6-10		6-10		6-10	
Calculada	5.38		8.27		4.99	
Analizada***	7.28		8.31		4.57	

- a. Minerales por 100 Kg. de alimento:  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , 1.66 mgr.;  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 16.3 mgr.;  $\text{MnCO}_3$ , 7.1 gr.;  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 0.42 mgr.  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 0.352 mgr. y KI 26.1 mgr.
- b. Vitaminas: por 100 Kg. de alimento: 150 mgr. de Vit. A; Vit. B<sub>2</sub>, American Cyanamid Company, 2 mgr.; Vit. B<sub>12</sub>, Profactor-10, 1086 mcgr.
- c. Antibiótico por 100 Kg. de alimento: Aureomicina, Aurofac-10, 23 gm.
- \* Comité Nacional de Investigaciones de los EE.UU. (38) y de Alba (12).  
 \*\* Análisis de 5 muestras  
 \*\*\* Análisis de 4 muestras.

El autor expresa sus agradecimientos a la Misión de Operaciones de los EE.UU en Bolivia, y a la American Cyanamid Co. por la contribución de quinua, y vitaminas y antibiótico, respectivamente, utilizados en los 2 experimentos de este trabajo.

peso. De acuerdo a esta habilidad fueron clasificados en dos grupos. Tres machos y tres hembras mostraron más habilidad para aumentar de peso. Esa habilidad fué menor en 6 machos y 3 hembras.

En previsión de que esta habilidad persistiera durante el experimento, se distribuyeron equilibradamente los cerdos de cada grupo en tres nuevos lotes. Cada uno de estos lotes quedó constituido por 3 machos y 2 hembras, de los cuales un macho y una hembra mostraron mayor habilidad de aumentar de peso que el resto. El promedio de aumento diario de esos lotes fué de 0.173 Kgs. para un lote y 0.157 Kgs. para dos lotes.

c) Manejo

Los chiqueros no reunían las mismas comodidades. Para evitar variaciones debidas a esta influencia, los grupos fueron trasladados de chiquero cada diez días, de acuerdo a un orden establecido. De este modo, en total, cada grupo permaneció la tercera parte del tiempo que duró este experimento, en cada uno de los chiqueros.

El alimento fué preparado, para las tres raciones, en cantidades parciales, a medida del consumo de los cerdos y con ingredientes adquiridos en común para todos los lotes, excepto los ingredientes bajo prueba.

El alimento y la sal se suministraron ad libitum. Diariamente, antes de proporcionar la ración, se recogía el alimento rechazado el día anterior. Se recogieron informaciones de los pesos de los alimentos consumidos.

Los cerdos fueron pesados cada 14 días. Se analizaron los aumentos

de peso, estadísticamente, como 3 bloques completos al azar, discriminando las variaciones debidas a Grupos Previstos y diferencia de aumento de peso por sexo.

## II. Experimento de Alimentación de Pollos con Quinua

Los resultados obtenidos en la alimentación de cerdos con quinua, en el experimento arriba descrito, no estuvieron de acuerdo con los resultados obtenidos en experimentos anteriores de alimentación de terneros (24) y ratas (55). Se supuso, que la divergencia era debida a la acción de la saponina contenida en la quinua del concentrado que recibía el lote de cerdos del experimento. A fin de elucidar más la actuación de la quinua, en la nutrición, se realizó un segundo experimento, para estudiar el efecto de la saponina de la quinua en la alimentación de aves.

Cuarenta pollos machos de 4 semanas de edad, fueron alimentados, durante 7 días, con maíz amarillo molido. Después de este período los pollos fueron distribuidos, al azar, en cinco grupos de 8 pollos cada uno, y alimentados durante 3 semanas.

Un grupo, testigo, fué alimentado con maíz amarillo molido, harina de pescado, torta de ajonjolí y leche descremada en polvo. Los otros cuatro grupos, fueron alimentados con una ración basal, constituida de maíz amarillo molido, harina de pescado y torta de ajonjolí. La ración era completada con quinua, preparada por diferentes procesos, antes de ser agregada a la mezcla.

La tabla de composición de alimentos se da en el Cuadro N°5.

Cuadro N°5. Raciones usadas en el experimento de alimentación de pollos con quinua.

INFORMACION :	Raciones con:				Basal %
	Quinua cocida %	Quinua lavada %	Quinua con ext. colest. %	Quinua sin tratam. %	
Maíz Amarillo	20	20	20	20	60
Torta de Ajonjolí	15	15	15	15	15
Harina de Pescado	15	15	15	15	15
Leche descremada en polvo		-	-	-	10
Quinua	50	50	50	50	-
Minerales a.					
Vitaminas b.	+	+	+	+	+
Antibiótico c.					
<u>Proteína en la Ración</u>					
Calculada *	20.99	20.99	20.99	20.99	20.95
Analizada **	19.25	19.44	16.37	17.50	22.06
Recomendada ***	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
<u>FIBRA CRUDA</u>					
Calculada	3.84	3.84	3.84	3.84	2.20
Analizada	3.96	2.72	3.20	2.22	3.07

a. Minerales por 100 Kg. de alimento:  $MnCO_3$ , 54.4 mg.; KI, 1.09 mg.;  $MgSO_4 \cdot H_2O$ , 478.3 mgr.;  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ , 20 mgr. y  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ , 2 mgr.

b. Vitaminas: Vit. A, 3 gr. (1200 UI).; Vit. B<sub>2</sub> American Cyanamid Co. 3 mgr.; Vit. B<sub>12</sub>. Profactor 10, 2 mgr.; Complejo Vitamínico B, Vi-Syneral, 15.0 mm<sup>3</sup>.

c. Antibiótico: Aureomicina, Aurofac-10, 23 mg.

\* Cálculada de acuerdo a las tablas de composición de alimentos de Morrison (37)

\*\* Análisis de una muestra.

\*\*\* Recomendada por el Comité Nacional de Investigaciones de los EE.UU.

Los procesos empleados fueron:

Para obtener quinua cocida y lavada, la quinua se sometió a cocción en agua, hasta que las semillas se desprendieran de la banda exterior formada por el embrión. Luego, se eliminó el agua caliente, enjugando las semillas con agua fría varias veces, hasta que el agua resultante no produjera espuma. Luego, la quinua fué secada.

Para obtener quinua lavada, cantidades de dos kilogramos de quinua, aproximadamente, fueron sumergidos en agua fría y restregadas manualmente con sucesivos cambios de agua fría, hasta que el agua no produjera más espuma. La quinua fué secada antes de usarse en la ración.

La inclusión de extracto crudo de colesterol en una de las raciones, se debe al conocimiento de que el colesterol influencia la absorción de la saponina de alfalfa en el tracto digestivo de las aves (42). Con el objeto de estudiar el efecto de colesterol en la absorción de la saponina de la quinua se incluyó en el presente experimento. No habiéndose encontrado colesterol puro en el mercado, se preparó un extracto etéreo de cerebro de cerdo, del que se sabe contiene alto contenido de colesterol. La cantidad de colesterol obtenida, entre tanto, no fué posible ponderarla.

Este extracto de colesterol fué mezclado con aceite de algodón \*. Para evitar desigual aumento de energía en la ración de este grupo con la adición de aceite de algodón, en relación a los otros grupos del experimento, se añadió la misma cantidad de aceite de algodón a las otras cuatro raciones.

---

\* Se usó aceite Weeson, 4% de la ración.

La quinua sin tratamiento fué adicionada en su forma original.

En el Cuadro N°5 se observa que la variación entre las raciones era debida a los diferentes procesos para obtener la quinua adicionada en las raciones que llevaban quinua y a la ausencia de ésta en la ración basal.

Los aumentos de peso de los pollos alimentados con quinua obtenida por alguno de los procesos arriba indicados, fueron comparados con los del grupo testigo. Los pollos fueron pesados semanalmente. Los aumentos de peso, se analizaron, estadísticamente, como 3 bloques incompletos al azar.

## RESULTADOS

### I. Alimentación de cerdos

El experimento tuvo un período de duración de 57 días. Durante este período los animales mantuvieron, en general, un estado normal de sa lud. Aunque, sufrieron un leve ataque de parásitos externos, que fué combatido. Cuatro días antes de finalizar el experimento, una intoxi- cación paralizó los miembros posteriores de tres cerdos de la ración tes tigo y dos cerdos de la ración que contenía torta de palma africana. La parálisis duró un día y medio y desapareció sin establecerse ningu- na causa.

El análisis de una de las cantidades parciales de los 3 concentra dos, indicó alto contenido de fibra cruda. Con objeto de establecer el origen, se analizaron los ingredientes comunes y se determinó que el afrecho de arroz contenía 28.96% de fibra cruda. Los cálculos de la ración se hicieron con 11.6% de fibra cruda para el afrecho de arroz, de acuerdo a la tabla de composición de alimentos de De Alba (12).

Para evitar el alto contenido de fibra cruda en las raciones, se usó en la preparación de las siguientes cantidades parciales de los con centrados, una combinación de semolina y afrecho de arroz, que disminu- yeron el contenido de fibra cruda y aumentaron ligeramente el contenido de proteína cruda. La ración testigo fué más afectada por estos cambios, debido a su mayor contenido de afrecho de arroz.

El Cuadro N° 6, resume la información obtenida durante el experi- mento de alimentación de cerdos.

Cuadro N°6. Resultados finales del experimento de alimentación de cerdos.

INFORMACION :	Leche descre- mada en polvo (Kgs.)	Ración con: Torta de Pal- ma Africana (Kgs.)	Quinoa (Kgs.)
<u>AUMENTOS INDIVIDUALES</u>			
Cerdos más aumentadores:			
Machos	44.5	25.0	36.5
Hembras	38.5	15.0	13.5
Cerdos menos aumentadores:			
Machos	38.5	21.5	19.0
Hembras	35.0	28.0	11.0
	36.0	11.5	11.0
<u>AUMENTO TOTAL POR GRUPO</u>	192.5	101.0	91.0
Cerdos por grupo	5	5	5
<u>AUMENTO PROMEDIO TOTAL</u>	38.5	20.2	18.2
<u>PESO INICIAL PROMEDIO</u>	18.5	16.9	16.9
<u>PESO FINAL PROMEDIO</u>	57.1	37.3	35.1
<u>AUMENTO DIARIO PROMEDIO</u>			
Obtenido	0.676	0.358	0.319
Esperado★	0.672	0.584	0.575
<u>CONSUMO TOTAL PROMEDIO DE ALIMENTO (MS).</u>	126.862	66.185	66.571
<u>CONSUMO DIARIO PROMEDIO</u>			
Obtenido	2.226	1.161	1.168
Esperado	1.932	1.196	1.196
<u>EFICIENCIA DE UTILIZACION DE ALIMENTOS</u>			
Obtenida	3.32	3.28	3.65
Esperada	4.29	2.88	2.85

★ De acuerdo a las normas del Comité Nacional de Investigaciones de los Estados Unidos (7).



Los aumentos de peso de los cerdos fueron analizados estadística-  
mente, como bloques completos al azar. La Tabla del Análisis de la  
Variancia, se incluye en el Cuadro N°7.

Cuadro N°7. Análisis de la variancia de aumento de peso de los cerdos.

Fuente de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F.
TRATAMIENTOS	2	<u>1.251.63</u>	<u>625.81</u>	14.29 <sup>***</sup>
Leche vs. Palma-Quinua	1	1.241.63	1.241.63	28.36 <sup>***</sup>
Palma vs. Quinua	1	10.00	10.00	--
SEXOS	1	222.46	222.46	5.08 <sup>*</sup>
ERROR	11	481.64	43.78	--
TOTAL	14	1.955.73	--	--

\* Significancia a nivel de 5%

\*\*\* Significancia a nivel de 1%

La variación debida a Grupos Previstos fué incluida en la variación  
debida a Error, porque, en un análisis previo, no tuvo significación es-  
tadística.

El Análisis de la Variancia indica que el grupo alimentado con la  
ración testigo fué superior, con diferencia estadística, a nivel de 1%  
a los grupos alimentados con concentrados que contenían torta de pal-  
ma africana y quinua. Entre estos dos grupos no hubo diferencia esta-  
dística.

Se observa que los cerdos machos aumentaron más que las hembras,  
a un nivel de 5% de probabilidad.

Durante el desarrollo del experimento, los cerdos alimentados con  
concentrado que contenía torta de palma africana y quinua, realizaron

aumentos diarios de 61.3 y 55.4% de los aumentos diarios recomendados por las normas del Comité Nacional de Investigaciones de los EE.UU. (7).

El consumo de alimentos, en los tres grupos fué mayor que lo es perado. Las raciones fueron aceptadas igualmente por los tres grupos. El consumo de alimento en las raciones con torta de palma africana y quinua fué igual al recomendado. La ración testigo fué consumida en 13.6% más de lo esperado.

## II. Alimentación de Pollos con Quinua

Durante el desarrollo de este experimento, los pollos fueron afectados de viruela benigna, excepto los del grupo alimentado con qui nua sin tratamiento. No fué combatida a fin de evitar tratamiento desigual a los grupos; además, apareció canibalismo. El canibalismo fué combatido con el suministro de 5% de sal, durante 36 horas, en las raciones experimentales de cada grupo. Un pollo del lote de quinua lavada, fué afectado intensamente de viruela al comenzar el experimento y fué retirado del grupo.

Los resultados finales de este experimento se muestran en el Cuadro N°8.

Los aumentos de peso fueron analizados estadísticamente y el Aná- lisis de la Variancia se incluye en el Cuadro N°9.

El Análisis de la Variancia indica que, los pollos alimentados con las raciones testigo y con quinua cocida, realizaron aumentos de peso, diferentes, (1%) a los aumentos de peso realizados por los grupos alimen tados con quinua sin tratamiento y quinua con extracto de colesterol.

Cuadro N°8. Resultados finales del experimento de pollos alimentados con quinua.

INFORMACION	Ración que contenía				BASAL grs.
	Quinua cocida grs.	Quinua lavada grs.	Quinua- Extracto Colest. grs.	Quinua sin Tratam. grs.	
<u>AUMENTOS INDIVIDUALES</u>					
	698	400	540	364	597
	612	462	427	370	476
	366	414	617	391	369
	498	377	294	624	470
	527	323	327	542	501
	627	314	406	239	417
	641	383	417	397	770
	432	—	575	323	757
<u>AUMENTO TOTAL</u>	4401	2673	3603	3250	4357
Pollos por grupo	8	7	8	8	8
<u>PROMEDIO AUMENTO</u>	550.12	381.86	450.37	406.25	544.62
<u>CONSUMO DE ALIMENTO</u>	12300	8500	10100	8400	10300
<u>PROTEINA EN RACION</u>	%	%	%	%	%
Calculada*	20.99	20.99	20.99	20.99	20.95
Analizada**	19.25	19.44	16.37	17.50	22.06
Recomendada***	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
<u>FIBRA CRUDA</u>	%	%	%	%	%
Calculada	3.84	3.84	3.84	3.84	2.20
Analizada**	3.96	2.72	3.20	2.22	3.07

\* Valores dados por De Alba (12)

\*\* Análisis de una muestra.

\*\*\* Máxima recomendada por el Comité Nacional de Investigaciones de los EE.UU.

Cuadro N°9. Análisis de la variancia de aumentos de peso de pollos alimentados con quinua.

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F
TRATAMIENTOS	4	185.834	46.458.50	3.41*
Basal + Cocida vs. Sin Trat. + Ext. Colesterol	1	113.406	113.406.00	8.32**
Basal vs. Cocida Sin Trat. vs. Ext. Colesterol	1	121	121.00	-
Lavada vs. Todos los grupos	1	7.788	7.788.00	-
	1	64.519	64.519.00	4.73**
ERROR	34	463.600	13.635.29	
TOTAL	38	649.434	---	---

\* Significancia a nivel de 5% de probabilidad.

\*\* Significancia a nivel de 1% de probabilidad.

Entre los grupos alimentados con la ración testigo y con quinua cocida, no hubo diferencia estadística en sus aumentos de peso.

Los promedios de aumento de peso de pollos alimentados con ración que contenía quinua y extracto de colesterol fueron superiores al promedio de aumento de peso del grupo alimentado con quinua sin tratamiento, pero la diferencia no fué significativa.

En el Cuadro N°8 se ha incluido el consumo de alimentos. Los valores deben ser tomados con reserva porque sólo incluye la cantidad ofrecida y no se ha calculado en base seca.

No fué posible calcular el consumo de alimentos con precisión, debido a que, pollos de tres grupos alimentados con quinua arrojaron alimento fuera del comedero. Este desperdicio no fué determinado.

Debido a la observación que se indica, no se ha calculado la eficiencia ni el consumo diario y considerando que éste era un experimento preliminar.

Se observó que los grupos que eran alimentados con quinua, que no fuera cocida, comían los ingredientes del concentrado con preferencia a la quinua. Por ello, se suministraba alimento cuando había un pequeño residuo, a fin de que el consumo fuera total.

## DISCUSION

### Actuación de la Leche Descremada en Polvo

Los resultados del primer experimento muestran que los cerdos, alimentados con el concentrado que contenía leche descremada en polvo, realizaron aumentos de peso considerados como óptimos. Este hecho es una indicación de que sus requisitos alimenticios habían sido suministrados en el alimento.

Por otra parte, el objetivo de este grupo en el experimento, era mostrar que la proteína de la leche descremada en polvo, completaba el requerimiento de aminoácidos de los cerdos, dados por el resto de la ración. Los aumentos de peso obtenidos por este grupo, confirman también, que la proteína de la leche descremada en polvo, suplementó a la ración ese suministro de aminoácidos. Por ello, este grupo constituye una base válida para comparar los otros grupos alimentados con los concentrados bajo estudio.

### Actuación de la Torta de Palma Africana

Los cerdos alimentados con la ración, en la que la proteína de la leche descremada en polvo fué sustituida por la proteína de la torta de palma africana, mostraron, en comparación con el grupo testigo, un subdesarrollo. Los cerdos de este grupo, alimentados con torta de palma africana, sólo alcanzaron a realizar un 61.3% del aumento diario esperado en cerdos de óptimo crecimiento. Este subdesarrollo, es una indicación de que la torta de palma africana no completó los requerimientos alimenticios de los cerdos con la misma eficacia que la leche descremada en polvo.

Se establece con estos resultados, que la leche descremada en polvo, suministra una proteína de mejor calidad que la torta de palma africana. Implica además reconocer que la torta de palma africana no fué capaz de suministrar los requerimientos proteicos, al nivel usado en este experimento (22%) y en sustitución de igual cantidad de proteína de la leche descremada en polvo.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por otros investigadores. Finks y Jones (20), indican que, la torta de palma africana sólo suplió la proteína necesaria en el crecimiento de ratas, cuando se la suministró a un nivel de 80% de la ración total. Squibb y colaboradores (48) encontraron que, la torta de palma africana no mostró valor proteico para sustituir a la torta de ajonjolí en la alimentación de pollos, aún incluyéndola a un nivel de 40% de la ración total. Woodman y Evans (56) concluyeron después de su experimento, que la torta de palma africana es un alimento proteico inadecuado en la alimentación de cerdos.

#### Actuación de la Quinua

Los resultados del primer experimento muestran que, cerdos alimentados con la ración que incluía quinua, tuvieron un subdesarrollo, y realizaron sólo un 55.6% del aumento diario considerado como adecuado por el Comité Nacional de Investigaciones de los EE.UU. Este subdesarrollo fué, por sus aumentos de peso, diferente estadísticamente, del realizado por los cerdos del grupo testigo, e iguales de los cerdos alimentados con torta de palma africana.



Estos resultados no están de acuerdo con otros obtenidos en la alimentación de terneros (24) y ratas (55).

Los trabajos realizados por Gandarillas (22), sugirieron, que el desacuerdo entre los resultados, eran debidos al efecto de la saponina de la quinua. Se observa que, en los experimentos realizados por White y otros (55), se utilizó quinua libre de saponina.

El segundo experimento tuvo por objeto elucidar este desacuerdo.

Los resultados encontrados en el segundo experimento, mostraron la posibilidad que, la saponina tenia efecto depresor del crecimiento en pollos. En efecto, pollos alimentados con una ración que contenia quinua con saponina, mostraron un subdesarrollo, en comparación con el grupo testigo. Al contrario, cuando los pollos eran alimentados con quinua libre de saponina, en su ración, mostraron aumentos, iguales estadísticamente, a los aumentos realizados por el grupo testigo.

Los resultados de este experimento preliminar para estudiar el efecto de la saponina de la quinua, coinciden con los obtenidos en experimentos realizados para estudiar el efecto de las saponinas de la alfalfa en el crecimiento de los pollos. Las saponinas de alfalfa tienen un efecto inhibitor del crecimiento de los pollos (28)(31)(33), semejante al encontrado en este experimento, causado por la saponina de la quinua. La saponina de la quinua fué también eliminada, por el mismo proceso empleado en la eliminación de las saponinas de alfalfa, esto es, por solubilización en agua caliente (22)(33).

Peterson (42), encontró que el colesterol influencia la absorción de la saponina de alfalfa. En este experimento, se probó la acción del



colesterol, aunque se usó un extracto crudo, cuya cantidad no fué determinada. Se encontró que el colesterol ejerce una influencia beneficiosa. Los aumentos de peso de pollos que recibieron colesterol fueron superiores a los aumentos de pollos que no recibían quinua cruda, aunque la diferencia no fué estadísticamente significativa.

El hecho de que la ración que contenía quinua lavada haya deprimido el crecimiento más que la ración que llevaba quinua sin tratamiento, parece que está influenciado por otras causas ajenas, en parte, a la acción de la saponina. Se observó que las semillas germinaron en el proceso de secado y el análisis de las mismas determinó que la proteína cruda (Nx6.25) era menor (8.13%) que en las otras formas preparadas de la quinua.

Los resultados encontrados en el segundo experimento, indican que, la saponina contenida en la quinua que recibían los cerdos en su ración, tuvo un efecto depresor del crecimiento de los cerdos, en el primer experimento. La actuación de la quinua en el primer experimento, no puede, por esa razón, compararse en los efectos obtenibles con quinua libre de saponina.

Por otra parte, el valor de la quinua en la alimentación de pollos, animales que son también exigentes en la calidad de la proteína de su ración, muestra que es un alimento capaz de suministrar los requerimientos alimenticios para realizar un crecimiento óptimo, cuando está libre de saponina.

#### Consumo de Alimento y Eficiencia de Utilización de Alimentos.

En el experimento de alimentación de cerdos, se observa que, al

consumo de alimentos fué superior al consumo esperado en los tres grupos. Porque, el grupo testigo consumió más alimento que el esperado en cerdos de óptimo crecimiento. Y, además, los grupos alimentados con los concentrados bajo estudio, consumieron tanto alimento, como si fueran cerdos de óptimo crecimiento.

Merkel y otros (36) indican que, cerdos alimentados con raciones que contienen alto contenido de fibra cruda aumentan el consumo de alimentos para compensar el rendimiento de los nutrientes digestibles de la ración. Esta observación y el hecho de que la eficiencia de utilización de alimentos haya sido menor de la esperada, justifican el consumo mayor que el esperado, en este experimento. Pues, la ración dada a los cerdos fué relativamente alta en contenido de fibra cruda aunque dentro de lo máximo recomendado.

La eficiencia de utilización de alimentos del grupo alimentado con concentrado que incluía quinua, fué inferior a la eficiencia de los otros dos grupos. Esto puede ser considerado como una indicación de que la ración con quinua sin lavar fué la de menor calidad nutritiva.

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

En el Departamento de Industria Animal del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, se realizaron dos experimentos. En el primero, se comparó el crecimiento de tres grupos de 5 cerdos en crecimiento, cada uno. Un grupo, testigo, recibió una ración que contenía afrecho de arroz, torta de ajonjolí, maíz amarillo molido, melaza de caña y leche descremada en polvo. En las otras dos raciones, la leche descremada en polvo fué sustituida por torta de palma africana o quinua, en cantidades equivalentes de proteína. Las tres raciones fueron suplementadas con minerales, antibiótico y vitaminas y suministraban los requisitos alimenticios de los cerdos. Los aumentos de peso realizados por los cerdos del grupo testigo, fueron superiores, estadísticamente, a los realizados por los cerdos alimentados con los concentrados que incluían torta de palma africana o quinua. Entre tanto, no hubo diferencia, estadísticamente significativa, entre los aumentos de peso de los grupos con los concentrados bajo prueba. El consumo de alimento en los tres grupos fué mayor que el esperado y la eficiencia de utilización de alimentos fué inferior a la esperada en cerdos de óptimo crecimiento. Ambos hechos, como una indicación que el contenido, relativamente alto, de fibra cruda en la ración, disminuyó por igual, la calidad nutritiva de los tres concentrados.

En la suposición de que la saponina contenida en la quinua deprimió el crecimiento de los cerdos alimentados con quinua, se realizó el segundo experimento. Cuarenta pollos machos, de 4 semanas, fueron alimentados por 21 días, con una ración basal con los siguientes ingredientes:

torta de ajonjolí, harina de pescado y maíz amarillo molido. El grupo testigo, con 8 pollos, recibía además leche descremada en polvo. Los otros 4 grupos, con 8 pollos cada uno, recibían en su ración quinua cocida y lavada, quinua lavada, quinua con extracto crudo de colesterol obtenido de cerebro de cerdo o quinua cruda con saponina. Los resultados indican que los pollos alimentados con la ración testigo tuvieron aumentos de peso iguales a los realizados por el grupo alimentado con la ración que incluía quinua cocida y lavada. Además, los aumentos de peso de los grupos testigo y con quinua cocida, fueron estadísticamente superiores a los otros 3 grupos. Los aumentos de peso de los pollos que recibieron colesterol en su ración, fueron superiores a los realizados por pollos que recibieron quinua cruda, pero la diferencia no fué significativa.

De los resultados obtenidos en ambos experimentos se concluye:

1. Los cerdos alimentados con la ración testigo tuvieron un crecimiento óptima, como indicación de que sus requisitos alimenticios fueron satisfechos. Entre tanto, los cerdos alimentados con raciones que incluían torta de palma africana o quinua, mostraron comparativamente, un subdesarrollo.
2. Se considera que habiendo sido la fuente de proteína la única variación de las raciones, la diferencia en el crecimiento se debe a que la torta de palma africana y la quinua, no suministraron los requisitos proteicos que, en comparación, fueron suministrados por la leche descremada en polvo.
3. Los resultados obtenidos en la alimentación de pollos, indican que,

la saponina tiene un efecto depresor del crecimiento en pollos alimentados con quinua cruda. Implica, por extensión, que este efecto haya influido en la actuación de la quinua en la alimentación de cerdos.

4. La saponina de la quinua tiene propiedades similares a las saponinas de la alfalfa y, en este experimento, se han empleado procesos semejantes para inhibir el efecto depresor del crecimiento de pollos, que los procesos empleados en la eliminación de las saponinas de alfalfa.
5. Quinua libre de saponina ha mostrado que es capaz de suministrar los requisitos alimenticios de los pollos en óptimo crecimiento.
6. Es posible influir en la absorción de la saponina de quinua con colesterol, sin embargo, en este experimento preliminar, la influencia no alcanzó significación estadística.

### SUMMARY AND CONCLUSIONS

Two experiments were conducted the Inter-American Institute of Agricultural Sciences. In the first, the growth of three groups of 5 pigs 6-10 weeks of age were compared. One group was fed rice bran, sesame oil meal, ground yellow corn, cane molasses and dried skim milk. In the other 2 rations, skim milk was replaced with palm oil meal or quinoa, on a protein equivalent basis. The quinoa was neither cooked nor washed.

All rations were supplied with minerals, antibiotics and vitamins to meet nutritive requirements of pigs as outlined by the National Research Council of the United States of America. Results indicated that the 57-day gains of the control group were greater than those on the other two rations. Between the groups fed with palm oil meal and quinoa there was no statistical difference in gains. Feed intake in all groups was higher than that calculated with the standards of National Research Council. This high intake was attributed to the high crude fiber content of the ration. The efficiency, therefore, was low.

It appeared that the saponin of quinoa depressed the pigs growth. In order to obtain more positive information 40 male chicks 4 weeks of age were fed, for 21 days, rations of sesame oil meal, fish meal and ground yellow corn. The chicks were allotted to 5 groups. One received the basal ration and dried skim milk and was considered a control group. In the other 4 rations quinoa was added instead of

milk. Different forms of quinoa were prepared: cooked and washed, washed with cold water, untreated and untreated quinoa with the ether extract of pig brain. The extract was added to provide a source of cholesterol.

The resulting gains were compared statistically and showed that the gains of the control group and the group receiving cooked and warm water washed quinoa were the same. The other groups had lower gains. The chick group fed quinoa with crude extract of cholesterol had higher gains than quinoa without cholesterol. However, the difference was not statistically significant.

In view of the results of two experiments, these conclusions have been reached:

1. The pigs fed concentrate with dried skim milk gained more than the pigs fed with palm oil meal and quinoa. Difference between groups was statistically significant.
2. The difference between the groups fed with palm oil meal and quinoa was not significant.
3. A second experiment indicated that quinoa with saponin unremoved has a growth inhibitory effect.
4. This inhibitory effect was destroyed by cooking and washing in heated water.
5. The growth inhibitory effect has some properties identifiable with those of saponins in alfalfa.
6. The growth inhibitory effect of saponins may have affected the growth of pigs in the first experiment. Therefore, the presence

of saponin invalidates the comparison between the protein value of quinoa versus dried skimmilk.

7. Quinoa cooked and washed showed an ability to supply the nutritive requirements of chicks equal to that of dried skimmilk.



LITERATURA CITADA

1. ABREU VELHO, H. DE L. & XABREGAS, J. L. Composicao dos óleos de palma de Angola. *Agronomia Angolana* no. 3:133-142. 1950. (Original not available for examination; abstracted in *Nutrition Abstracts and Reviews* 21(1):57. 1951.)
2. AYKROYD, W. R. & WRIGHT, R. E. Red-palm oil in the treatment of human keratomalacia. *Indian Journal of Medical Research* 25:7-10. 1937. (Original not available for examination; abstracted in *Nutrition Abstracts and Reviews* 7(3):709. 1938.)
3. BACKHAUS, The effect of peanut cake, palm cake, and cottonseed cake on milk. *Journal für Landwirtschaft* 41(4):328-332. 1893? (Original not available for examination; abstracted in *Experiment Station Record* 5(9):917. 1893-1894.)
4. BALASUNDARAM, S. & OTHERS. Nutritive value of differently processed groundnut meals and the effect of supplementation of the meals with amino acids, antibiotics and vitamin B12. *Journal of Nutrition* 66(1):75-89. 1958.
5. BOMHARD, M. L. Palm oils and waxes. In Wilson, C. M., ed. *New crops for the new world*. New York, Macmillan Co., 1945. pp. 59-79.
6. BUCKLEY, T. A. The dietetic value of palm oil. *Malayan Agricultural Journal* 24:485-488. 1936. (Original not available for examination; abstracted in *Nutrition Abstracts and Reviews* 6(4):941. 1937.)
7. BUNGER, H. & FISSMER, E. Vergleichender fütterungsversuch mit Palmkernkuchen und extrahiertem Palmkernschrot and Milchkühen. *Forschungs Dienst* 12(1):88-107. 1941. (Original not available for examination; abstracted in *Dairy Science Abstracts* 4(3):109. 1942.)
8. CUNHA, T. J. *Swine feeding and nutrition*. New York, Interscience Publishers, 1957. 296.p.
9. CUVIER, P. & SERVANT, M. La teneur en carotene des tourteaux de palme. *Academie des Sciences. Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances* 233:1386-1388. 1951. (Original not available for examination; abstracted in *Nutrition Abstracts and Reviews* 21(4):847. 1952.)

10. DAHLGREN, B. E. Economic products of palms. Tropical Woods no. 78:10-35. 1944.
11. DANN, W. J. The vitamin D content of red palm oil. Biochemical Journal 26:151-154. 1932. (Original not available for examination; abstracted in Nutrition Abstracts and Reviews 2(1):49. 1932.)
12. DE ALBA, J. Alimentación del ganado en la América Latina. México, D. F., Prensa Médica Mexicana, 1958. 337 p.
13. \_\_\_\_\_ Ensayos de engorde de cerdos con raciones a base de maíz, yuca y bananas. Turrialba 1(4):176-184. 1951.
14. \_\_\_\_\_ & BASADRE, J. Ensayos de engorde de cerdos con raciones a base de cáscara de cacao, maíz y bananas. Turrialba 2(3):106-109. 1952.
15. DECHAMBRE, P. Economic feeding - oil cake for livestock feeding. Revue Zootechnique (Paris) 2(6):442-445. 1923. (Original not available for examination; abstracted in Experiment Station Record 50(4):367. 1924.)
16. DONATH, W. F. & SPRUYT, J. P. Some notes about the nutritional value of red palmoil (Elaeis guineensis Jacq.) more especially its vitamin A content. Batavia, Java, Department of Economic Affairs, Bureau of Commerce, 1938. 10 p. (Original not available for examination; abstracted in Nutrition Abstracts and Reviews 8(1):44. 1938.)
17. DRUMMOND, J. C. & ZILVA, S. S. Studies of the nutritive value of the edible oils and fats. I. The oil-bearing seeds and crude vegetable oils and fats. Society of Chemical Industry, Journal 41(8):125T-127T. 1922. (Original not available for examination; abstracted in Experiment Station Record 49(1):59. 1923.)
18. ESPE, D. & SMITH, V. R. Secretion of milk. 4th ed. Ames, Iowa State College Press, 1952. 291 p.
19. FINGERLING, G. Further investigations on the influence of stimulating substances on milk secretion. Landwirtschaftliche Versuch. Station 71(4-5):373-414. 1909. (Original not available for examination; abstracted in Experiment Station Record 22(7):677-678. 1910.)
20. FINKS, A. F. & JONES, D. B. Growth-promoting value of the proteins of the palm kernel, and the vitamin content of palm-kernel meal. Journal of Agricultural Research 25(4):165-169. 1923.

21. FRIIS, F. Danish feeding experiments with swine, 1895-1898. 42 Report Kgl. Veterinarian and Landbohøjsk. Lab. Landøkon. Forsog. Copenhagen, 1899. 162 p. (Original not available for examination; abstracted in Experiment Station Record 11(1):68-70. 1899.)
22. GANDARILLAS, H. Efecto fisiológico de la saponina de la quinua en los animales. Revista de Agricultura (Bolivia) 5(4):52-56. 1948.
23. GONZALEZ, R. Investigación de Chenopodium quinoa, Willd. 2a ed. La Paz, Bolivia, 1917. 45 p.
24. GORBITZ, R., A. & LUNA DE LA FUENTE, R. Estudios sobre la quinua en el Perú. Perú, Estación Experimental Agrícola de "La Molina", Circular no. 72. 1957. 24 p.
25. GREEN, J. J. & RICHARDSON, R. Report on pig-feeding trials carried out at the County Council Farm, Hutton, 1920-1923. Lancaster County Council Agricultural Department Farmers' Bulletin 39. 1924. 28 p. (Original not available for examination; abstracted in Experiment Station Record 52(8):768-770. 1925.)
26. GUZMAN BARRON, A. Consideraciones sobre la alimentación del indígena. Sociedad Química del Perú. Boletín 15(2):60-69. 1949.
27. HANSEN, J. Feeding experiments with milch cows. Landwirtschaftliches Jahrbuch 35(1-2):125-158. 1906. (Original not available for examination; abstracted in Experiment Station Record 17(9):901. 1906.)
28. HEYWANG, B. W. & BIRD, H. R. The effect of alfalfa saponin on the growth, diet consumption and efficiency of diet utilization of chicks. Poultry Science 33(2):239-241. 1954.
29. HOOPER, J. J. & NUTTER, J. W. Feeding trials of velvet-bean feed, palm-kernel meal and various grain mixtures, for dairy cows. Kentucky Agricultural Experiment Station Circular no. 23. 1918. pp. 29-38.
30. KNIERIEM, W. VON. Investigations on the value of different concentrated feeding stuffs. Landwirtschaftliches Jahrbuch 27(3-4):566-630. 1898. (Original not available for examination; abstracted in Experiment Station Record 10(11):1083-1084. 1898-1899.)
31. KODRAS, R., COONEY, W. T. & BUTTS, J. S. Effect of alfalfa meal, alfalfa leaves, alfalfa stems and fresh alfalfa on chick growth. Poultry Science 30(5):786-787. 1951.

32. LEMMERMANN, O. & LINKH, G. The effect of feed upon the character of body fat. *Landwirtschaftliches Jahrbuch* 32(4):635-653. 1903. (Original not available for examination; abstracted in *Experiment Station Record* 15(9):892. 1903-1904.)
33. LEPKOVSKY, S. & OTHERS. Alfalfa inhibitor in chick rations. *Poultry Science* 29(2):208-213. 1950.
34. MARKLEY, K. S. Mbocoyá or Paraguay cocopalm - an important source of oil. *Economic Botany* 10(1):3-32. 1956.
35. MAZZOCCO, P. Composition chimique de la quinoa; valeur nutritive de la quinoa. *Société de Biologie. Compte Rendu des Séances et Mémoires* 117:1244-1245, 1245-1246. 1934. (Original not available for examination; abstracted in *Nutrition Abstracts and Reviews* 4(4):761. 1935.)
36. MERKEL, R. A. & OTHERS. The influence of limited feeding, using high fiber rations, upon growth and carcass characteristics of swine. I. Effects upon feed-lot performance. *Journal of Animal Science* 17(1):3-12. 1958.
37. MORRISON, F. B. Feeds and feeding; a handbook for the student and stockman. 22d ed. Ithaca, N. Y., Morrison Publishing Co., 1956. 1165 p.
38. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. COMMITTEE ON ANIMAL NUTRITION. Nutrient requirements for domestic animals. II. Nutrient requirements for swine. Revised ed. Washington, D. C., National Academy of Sciences, 1953. 28 p. (Publication 295)
39. NUTRITIVE VALUE and cost of red palm oil. *Indian Medical Association. Journal* 6:539. 1937. (Original not available for examination; abstracted in *Nutrition Abstracts and Reviews* 7(3):569. 1938.)
40. PALATABILITY AND keeping qualities of coconut and palm kernel meals. In *New Jersey Agricultural Experiment Station. 47th annual report, 1934.* New Brunswick, N. J., 1934. p. 35.
41. PALM OIL and kernel exports may decline. *Foreign Agriculture* 20(2):9. 1956.
42. PETERSON, D. W. Effect of sterols on the growth of chicks fed high alfalfa diets or a diet containing quillaja saponin. *Journal of Nutrition* 42(4):597-607. 1950.

43. RAMM, E., MOMSEN, C. & SCHUMACHER, T. Feeding experiments with palm-nut cake, palm-nut residue, linseed meal, castor-bean meal, and peanut meal for milch cows. *Milch Zeitung* 29(19):291-294; (20):309-311; (22):340-341; (23):353-355. 1900. (Original not available for examination; abstracted in *Experiment Station Record* 12(6):589. 1900-1901.)
44. RIPPER, M. Comparative feeding experiment with palm-nut cake and shea-nut cake. *Zeichrift der Landwirtschaftlichen Versichsw. Oesterr.* 6(7):620-627. 1903. (Original not available for examination; abstracted in *Experiment Station Record* 15(3):292. 1903-1904.)
45. ROSEDALE, J. L. & OLIVEIRO, C. J. The nutritional properties of red palm oil. *Malayan Medical Journal* 9:140-145. 1934, (Original not available for examination; abstracted in *Nutrition Abstracts and Reviews* 5(1):58. 1935.)
46. SAVAGE, E. S. & OTHERS. Influence of coconut-oil meal and palm-kernel-oil meal on the percentage of fat in cows milk. In *New York (Cornell) Agricultural Experiment Station. 48th annual report, 1935. Ithaca, N. Y., 1936. pp. 77-78.*
47. \_\_\_\_\_ & OTHERS. Influence of coconut-oil meal and palm-kernel-oil meal on the percentage of fat in cow's milk. In *New York (Cornell) Agricultural Experiment Station. 49th annual report, 1936. Ithaca, N. Y., 1937. pp. 82-83.*
48. SQUIBB, R. L., AGUIRRE, A. & BRESSANI, R. African and mbocayá palm meals as substitutes for sesame oil meal in baby chick rations. *Turrialba* 8(1):24-27. 1958.
49. \_\_\_\_\_, GUZMAN, M. & SCRIMSHAW, N. S. Carotene and riboflavin retention and serum vitamin levels in vitamin A depleted rats fed four forage meals, achiote meal, and African palm oil. *Turrialba* 3(3):91-94. 1953.
50. SZANKOWSKI, T. VON. Influence on the fat content of milk of palm-nut cake as compared with rape-seed cake and peanut cake. *Inaugural Dissertation. University of Halle, 1905; abstracted in *Milchwirtschaftliches Zentralblatt* 2(5):232. 1906. (Original not available for examination; abstracted in *Experiment Station Record* 17(11):1106-1107. 1905-1906.)*
51. TANCRE. Palm-nut cake and cocoanut cake as feeding stuffs for milch cows. *Landwirtschaftliches Wochenblatt Schleswig-Holstein* 50(9):145-148. 1900. (Original not available for examination; abstracted in *Experiment Station Record* 11(11):1084. 1899-1900.)

52. THORNE, C. E., HICKMAN, J. F. & FALKENBACH, F. J. Experiments in feeding for milk. Ohio Agricultural Experiment Station Bulletin no. 50:51-68. 1893. (Original not available for examination; abstracted in Experiment Station Record 5(9):887-890. 1893-1894.)
53. THE VALUE of palm nut meal for substitute for fattening pigs. Ireland Department of Agriculture and Technical Instruction. Journal 21(3):306-309. 1921. (Original not available for examination; abstracted in Experiment Station Record 47(7):671. 1922.)
54. WEINIGER, E. Investigations on the digestibility of palm-nut-cake meal and palm-nut meal from which the fat had been removed. Landwirtschaftliche Versuch. Station 72(1-2):143-150. 1910. (Original not available for examination; abstracted in Experiment Station Record 23(2):175. 1910.)
55. WHITE, P. L. & OTHERS. Nutrient content and protein quality of quinoa and cañihua, edible seed products of the Andes Mountains. Journal of Agricultural and Food Chemistry 3(6):531-534. 1955.
56. WOODMAN, H. E. & EVANS, R. E. The nutrition of the bacon pig. 10. The value of extracted palm-kernel meal in the feeding of the bacon pig. Journal of Agricultural Science 35:44-55. 1945. (Original not available for examination; abstracted in Nutrition Abstracts and Reviews 15(1):183-184. 1945.)