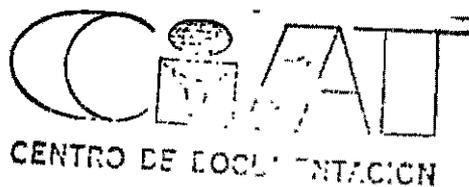


MICROFILMADO

INFORMACION DE LOS CONOCIMIENTOS ACTUALES QUE EXISTEN
SOBRE SISTEMAS DE ALIMENTACION DE AVES Y CERDOS
EN LAS ZONAS TROPICALES DE AMERICA LATINA



21 ENE. 1990

Julián Buitrago A. y Guillermo G. Gómez
Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia

Reunión de Trabajo del Centro Latinoamericano de
Composición de Alimentos y Sistemas de Producción
27-29 de Septiembre de 1977, San José, Costa Rica

INFORMACION DE LOS CONOCIMIENTOS ACTUALES QUE EXISTEN
SOBRE SISTEMAS DE ALIMENTACION DE AVES Y CERDOS
EN LAS ZONAS TROPICALES DE AMERICA LATINA

Julián Buitrago A. y Guillermo G. Gómez

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia

INTRODUCCION

La producción de aves y cerdos depende principalmente de la disponibilidad de alimentos requeridos para la preparación de raciones balanceadas en todas las etapas de producción. Los sistemas o programas de alimentación para estas especies son elaborados normalmente con los ingredientes energéticos y proteicos convencionales y por tanto la tecnología adquirida en zonas templadas es frecuentemente utilizada en las regiones tropicales.

Los granos de cereales, los productos y subproductos de origen animal y las tortas de semillas oleaginosas constituyen las fuentes energéticas y proteicas más comúnmente empleadas para alimentación de aves y cerdos. Estos granos de cereales son también utilizados directamente, en casi su totalidad, en alimentación humana y por lo tanto su disponibilidad para alimentación animal es cada vez más reducida.

La avicultura relativamente bien tecnificada se encuentra en manos de medianos y grandes productores y a menudo su organización abarca las diferentes etapas de producción. Su mayor eficiencia de producción le permite utilizar con más ventajas y tener mayor prioridad en el uso de granos y subproductos de molinería disponibles. La producción porcina está en manos de pequeños y medianos productores y su grado de tecnificación es muy inferior al de la explotación avícola. Consecuentemente, la factibilidad económica de incre-

mento de la producción porcina es limitada y debe de recurrir a la utilización de subproductos agro-industriales o productos de desecho. Por las razones expuestas, el estudio sobre la utilización de recursos alimenticios no convencionales se ha realizado con mayor énfasis en el área de la producción porcina que en la industria avícola.

El objetivo de este trabajo es revisar los aspectos de producción avícola y porcina en América Latina y las informaciones obtenidas durante los últimos años sobre sistemas de alimentación para aves y para cerdos, en especial para los programas de desarrollo de estas especies en las regiones tropicales de América Latina.

POBLACION Y PRODUCCION DE AVES Y CERDOS EN AMERICA LATINA

La producción mundial total de carne para 1974 (FAO) se estimó en 115 millones de toneladas, de las cuales 63 millones, o sea 55 por ciento de la producción total, estaba constituida por la producción de carne de aves y de cerdos. América Latina produjo un total de 11 millones de toneladas de carne, aproximadamente 10 por ciento de la producción mundial, de las cuales 3.2 millones de toneladas fueron producidas por aves y cerdos. Estas cifras indican que aves y cerdos en América Latina contribuyeron en solo 29 por ciento de la producción total de carne de esta región. La carne de aves y de cerdos a nivel mundial contribuyen el 18 y 37 por ciento, respectivamente, mientras que en América Latina representan solo el 11.5 y 17 por ciento, respectivamente, de la producción total de carne en los países latinoamericanos.

El Cuadro 1 resume los datos estadísticos publicados por la FAO para 1974

Cuadro 1. Población y producción de aves y cerdos en el Mundo y América Latina

Parámetro	Aves	Cerdos
<u>Población (millones animales)</u>		
Mundial	5,901.3	670.7
América Latina	682.6	70.7
Relación A.L./Mundial, %	11.6	10.5
<u>Producción avícola y porcina (millones de toneladas)</u>		
Mundial	20.6	42.4
América Latina	1.3	1.9
Relación A.L./Mundial, %	6.3	4.5

Fuente: Adaptado de FAO, 1974. Anuario de Producción. Vol.28

en relación a la población y producción avícola y porcina en el mundo y en América Latina. Las poblaciones de aves y cerdos en América Latina representan el 11.6 y 10.5 por ciento, respectivamente, de las estadísticas mundiales. Sin embargo, en términos de producción, la contribución de carne de aves y de cerdo solo representa el 6.3 y 4.5 por ciento, respectivamente, de la producción mundial de estas especies. Las diferencias relativas en población y productividad de las especies avícola y porcina en América Latina en comparación a los datos mundiales reflejan baja eficiencia de productividad en ambas especies, sobre todo de la especie porcina.

La situación de baja productividad no sucede de manera tan drástica en la industria avícola, debido a que la mayor parte de las explotaciones son empresas comerciales grandes y medianas relativamente bien organizadas; la contribución a la producción por parte de fincas o granjas pequeñas de baja productividad es muy limitada. Por el contrario, se estima que más de un 80 por ciento de los cerdos en América Latina son criados por pequeños productores, en explotaciones rudimentarias, con animales de poca calidad y con alimentación a base de residuos o desperdicios agrícolas y caseros. Bajo estas condiciones los aspectos nutricionales, de manejo y de sanidad no son adecuados, reflejándose en una ineficiente producción.

Los datos sobre población y producción anual de carne de aves y de cerdos para los países de América Latina se muestran en el Cuadro 2 (FAO, 1974). Brasil, México y Argentina son los países que poseen las mayores poblaciones y producciones totales nacionales de aves y de cerdos. Los países de la región andina como Colombia, Chile, Ecuador, Perú y Venezuela muestran poblaciones y producciones anuales intermedias entre los tres países antes nombrados y el

Cuadro 2. Población y producción de aves y cerdos en América Latina

País	Aves		Cerdos	
	Población (miles)	Prod. Carne (miles tons)	Población (miles)	Prod. Carne (miles tons)
Argentina	31,700	221	5,100	232
Bolivia	5,000	6	1,104	20
Brasil	259,462	369	34,000	723
Chile	19,500	60	950	50
Colombia	45,000	58	1,560	70
Costa Rica	4,600	6	288	7
Cuba	15,700	34	1,450	38
Ecuador	8,247	13	2,350	41
El Salvador	8,643	7	420	8
Guatemala	11,000	9	880	15
Haití	3,281	3	1,682	23
Honduras	7,700	5	511	5
Jamaica	3,600	21	222	8
México	160,000	143	13,024	414
Nicaragua	3,400	3	600	10
Panamá	3,790	9	175	4
Paraguay	6,724	7	659	28
Perú	22,000	92	2,300	70
R. Dominicana	7,600	30	800	18
Uruguay	7,200	23	440	26
Venezuela	24,606	141	1,570	52

Fuente: FAO, 1974. Anuario de Producción. Vol.28

resto de países que se incluyen en el Cuadro 2. Existe muy poca información documentada sobre la producción de aves y cerdos en las regiones tropicales de los países latinoamericanos; en el caso de aves, las regiones de mayor desarrollo se encuentran localizadas en las áreas productoras de granos y es muy limitada la producción avícola en zonas tropicales húmedas. Algo similar ocurre con la producción porcina, si bien existen poblaciones bastante numerosas aunque muy discriminadas en zonas tropicales.

No obstante que los datos de producción de carne en general no reflejan realmente su disponibilidad nacional o regional en nutrición humana, el Cuadro 3 muestra información sobre cálculos de disponibilidad aparente de carne de aves y de cerdo para los países cuyos datos de población y producción fueron presentados en el Cuadro 2. Aparentemente para América Latina, la disponibilidad anual per cápita de carne de pollo sería de 4.2 kg y la de carne de cerdo de 6.1 kg. Estos consumos por persona en la mayoría de los países de América Latina son inferiores, especialmente en lo que se refiere a carne porcina, al compararlos con los de otros países, sobre todo de Europa y Norteamérica. En los países latinoamericanos la carne de cerdo contribuye el 10-20 por ciento del total del consumo de carnes, mientras que en Europa y Norteamérica esta contribución representa el 30-40 por ciento. A excepción de Costa Rica, Chile, Argentina, Jamaica, Panamá, Perú, República Dominicana y Venezuela, la disponibilidad diaria de proteína de carne de cerdo per-cápita es superior a la proteína proveniente de aves. Se destacan Venezuela, Jamaica y Argentina por el alto consumo de carne de ave, mientras que Bolivia y la mayoría de los países Centroamericanos y del Caribe se caracterizan por el bajo consumo. Generalmente en estos últimos países también se observa una menor disponibilidad de proteína proveniente de carne total.

Cuadro 3. Disponibilidad aparente per cápita (g/día) de proteína animal en América Latina

País	Proteína total	Proteína animal	Proteína de carne	Proteína de carne-cerdo	Proteína de carne de ave
Argentina	104.7	62.3	47.7	4.0	4.1
Bolivia	45.8	12.1	8.4	1.5	0.6
Brasil	66.8	21.4	11.1	3.7	1.7
Chile	65.9	28.0	14.2	2.7	2.9
Colombia	50.0	25.5	12.9	1.5	1.1
Costa Rica	62.0	26.8	11.6	1.3	1.5
Cuba	62.8	27.6	15.3	1.8	1.8
Ecuador	45.5	15.1	7.4	2.9	0.9
El Salvador	45.2	12.5	4.6	1.1	0.9
Guatemala	50.5	12.7	6.3	0.9	0.8
Haití	47.0	4.7	2.8	2.0	0.3
Honduras	55.0	15.5	6.2	2.1	0.8
Jamaica	59.1	26.5	8.6	1.7	5.1
México	66.3	15.2	6.9	3.5	1.2
Nicaragua	63.2	20.7	9.5	1.6	0.7
Panamá	59.2	26.3	14.4	1.1	2.8
Paraguay	65.4	29.0	23.9	7.2	1.4
Perú	54.6	19.1	9.2	1.7	2.9
R. Dominicana	50.1	21.5	6.9	1.6	3.1
Uruguay	90.8	62.8	40.2	4.5	3.7
Venezuela	59.7	26.2	13.4	2.8	5.6

Fuente: Elaborado en base a datos de la FAO, 1974. Anuario de Producción

RECURSOS ALIMENTICIOS DISPONIBLES PARA AVES Y CERDOS
EN AMERICA LATINA

La tendencia en la producción avícola, en particular, y en la producción porcina, con menor énfasis, es hacia el tipo de empresas comerciales con relativos grandes volúmenes de producción. Para lograr este objetivo, la producción tecnificada tiende a concentrarse en los alrededores de zonas de agricultura intensiva, productoras de granos y de sus subproductos que pueden utilizarse en nutrición de aves y de cerdos. La demanda por las materias primas alimenticias aumentará considerablemente, tornándose más crítica la competencia por la disponibilidad de alimentos entre humanos, aves y cerdos.

Las materias primas escasean en muchas áreas de Latinoamérica, especialmente en las regiones tropicales húmedas, como resultado de una limitada producción agrícola. El desarrollo de las empresas avícolas y porcícolas en estas zonas dependerá estrechamente del incremento de la agricultura intensiva y del aumento de su tecnificación para lograr producciones de alimentos que sobrepasen la demanda para consumo humano. Mientras tanto, la adecuada disponibilidad de excedentes de productos agrícolas constituye una de las alternativas para aumentar la productividad avícola y porcina.

En general, las raciones balanceadas para ambas especies están constituidas de 60-80 por ciento de ingredientes energéticos y entre 20-40 por ciento de fuentes protéicas. El Cuadro 4 presenta información estadística sobre las producciones obtenidas en 1974 en los diferentes países latinoamericanos de los principales productos y subproductos agrícolas considerados alimentos energéticos. El Cuadro 5 resume información similar de las principales fuentes protéicas de origen vegetal. Puede advertirse que las tendencias observadas por países en términos de población y productividad avícola y porcina son una

Cuadro 4. Producción anual (miles de toneladas) de las principales fuentes energéticas en América Latina.

País	Maíz	Sorgo y millo	Yuca	Banano	Melaza ^{1/}	Subproductos de Arroz ^{2/}	Subproductos de Trigo ^{3/}
Argentina	9,900	6,239	203	400	446	35	1,680
Bolivia	277	700	270	263	61	8	19
Brasil	10,065	-	30,000	7,500	2,469	750	825
Chile	367	-	-	-	38	14	285
Colombia	775	246	1,320	950	479	159	26
Costa Rica	55	16	14	1,100	60	12	-
Cuba	125	15	238	75	1,780	44	-
Ecuador	255	-	543	2,800	100	27	17
El Salvador	356	131	15	53	71	3	-
Guatemala	613	42	7	450	112	4	11
Haití	250	219	137	183	41	22	-
Honduras	260	39	60	1,360	31	2	-
Jamaica	12	-	15	190	116	-	-
México	7,784	2,700	-	1,115	1,019	46	829
Nicaragua	193	60	18	250	50	9	-
Panamá	60	-	41	270	32	19	-
Paraguay	250	6	1,108	264	24	4	11
Perú	472	11	266	-	307	40	35
R. Dominicana	38	17	205	315	364	24	-
Uruguay	225	193	-	-	32	17	158
Venezuela	500	43	325	1,000	174	32	-
América Latina:	38,860	10,773	34,802	19,872	8,155	1,304	3,896

Fuente: Elaborado en base a datos de la FAO, 1974. Anuario de Producción. Vol. 28

^{1/} Usando una tasa de rendimiento de 30 kg de melaza para cada 100 kg de azúcar producida.

^{2/} Considerando 11 kg de subproductos (8% de harina y 3% de pica) por cada 100 kg de arroz paddy.

^{3/} Considerando 30 kg de subproductos (afrecho, germen, afrechillo, moyuelo) por cada 100 kg de trigo.

Cuadro 5. Producción anual (miles de toneladas) de las principales fuentes
protéicas en América Latina.

País	Semilla de Soya	Semilla de Algodón	Semilla de Ajonjolí	Copra	Otras semillas y leguminosas ^{1/}	Subtotal
Argentina	496.0	240.0	-	-	1,351.1	2,087.1
Bolivia	2.0	37.0	-	-	1.0	40.0
Brasil	7,500.0	1,133.0	2.5	1.7	12.6	8,649.8
Chile	-	-	-	-	16.0	16.0
Colombia	159.0	280.0	28.0	2.2	-	469.2
Costa Rica	-	0.8	-	1.3	-	2.1
Cuba	-	2.3	-	-	-	2.3
Ecuador	1.0	2.2	2.3	2.9	-	8.4
El Salvador	-	124.4	3.5	5.5	-	133.4
Guatemala	-	189.0	9.2	-	-	198.2
Haití	-	1.9	0.3	-	4.0	6.2
Honduras	-	8.9	1.3	2.8	-	13.0
Jamaica	-	-	-	12.5	-	12.5
México	410.0	724.5	165.0	146.5	389.0	1,835.0
Nicaragua	-	225.4	5.3	0.1	-	230.8
Panamá	-	-	0.1	0.8	2.0	2.9
Paraguay	170.0	42.0	-	-	-	212.0
Perú	1.0	144.4	0.1	-	3.0	148.5
R. Dominicana	-	2.2	0.3	8.9	29.0	40.4
Uruguay	6.0	0.4	-	-	74.3	80.7
Venezuela	-	48.0	72.0	18.0	4.0	142.0
América Latina	8,742.0	3,226.3	290.0	230.5	1,884.9	14,373.7

Fuente: Elaborado en base a datos de la FAO, 1974. Anuario de Producción

^{1/} Incluye: Linaza, girasol, caupí, guandul y garbanzo

consecuencia de sus mayores producciones de alimentos energéticos y protéicos.

La totalidad de estas fuentes energéticas y protéicas son empleadas, directa o indirectamente, para alimentación humana y animal. Es prácticamente imposible obtener datos sobre disponibilidad real de estos ingredientes para alimentación avícola y porcina, razón por la cual, se han fijado estimados aproximados del empleo de estos productos para aves y cerdos, con el fin de calcular las cantidades totales teóricamente utilizables en programas de alimentación para estas dos especies. El Cuadro 6 muestra los cálculos de las proporciones estimadas de alimentos energéticos y protéicos que estarían disponibles para programas de alimentación de aves y de cerdos. De acuerdo a estos estimados se tendrían totales aproximados de 17.1 y 14.2 millones de toneladas métricas de alimentos energéticos teóricamente disponibles para aves y cerdos, respectivamente; mientras que en lo referente a alimentos protéicos, incluyendo harina de pescado y harina de carne y de sangre, se dispondría de totales aproximados de 4.99 y 2.94 millones de toneladas para aves y cerdos, respectivamente.

Cálculos teóricos basados en las necesidades de alimentos energéticos y protéicos para producir un cerdo de 90 kg de peso vivo para el mercado, asumiendo mejoras en la tecnología de la producción porcina, sugieren que el factor más importante para el aumento potencial de carne de cerdos con la disponibilidad teórica estimada de los recursos alimenticios (Cuadro 6), no es el aumento de la población porcina sino la mejora de la eficiencia de producción (Buitrago et al., en prensa). El uso adecuado de los recursos alimenticios disponibles en cada zona o región será el factor determinante de la factibilidad de producción de aves y cerdos.

Cuadro 6. Alimento total disponible estimado para alimentación de aves y cerdos

Producto	Producción total (mil tons)	Alimento para aves		Alimento para cerdos	
		Porcentaje estimado	Disponible total (mil tons)	Porcentaje estimado	Disponible total (mil tons)
Maíz	38,860	20	7,772	10	3,886
Sorgo y Millo	10,773	45	4,848	45	4,848
Subproductos de arroz	1,304	40	522	50	652
Subproductos de trigo	3,896	40	1,558	50	1,948
Yuca ^{1/}	34,802	10	3,480	10	3,480
Banano ^{1/}	19,872	10	1,987	10	1,987
Melaza	8,155	10	<u>815</u>	15	<u>1,223</u>
Sub-total			20,982		18,024
Torta de soya	6,500	50	3,250	33	2,161
Torta de algodón	1,900	50	950	33	627
Torta de ajonjolí	145	50	73	33	48
Torta de copra	75	5	4	5	4
Harina de sangre y carne	100	40	40	40	40
Harina de pescado	800	80	<u>640</u>	10	<u>80</u>
Sub-total .			<u>4,957</u>		<u>2,960</u>
TOTAL			25,939		20,984

^{1/} La yuca y banano están expresados como harina seca

EVALUACION DE RECURSOS ALIMENTICIOS NO-CONVENCIONALES
PARA PROGRAMAS DE ALIMENTACION DE AVES Y CERDOS
EN AMERICA LATINA

En las secciones anteriores se ha presentado una serie de cifras estadísticas relacionadas con la población y productividad de aves y de cerdos, así como las producciones y disponibilidad aparente de alimentos energéticos y protéicos para programas de alimentación de estas dos especies. En el caso de aves, por sus características fisiológicas y digestivas así como por su reconocida eficiencia de conversión alimenticia, los programas de alimentación se basan principalmente en el empleo de fuentes alimenticias convencionales. La utilización de alimentos no-convencionales para aves se ve limitada por la relativa poca flexibilidad en la variación de los patrones alimenticios establecidos. En cambio, las características de la explotación porcina permiten una mayor variabilidad en sus hábitos alimenticios. Por estas razones, durante los últimos años se han llevado a cabo en diferentes instituciones latinoamericanas y de otros continentes, evaluaciones de alimentos no-convencionales y de subproductos agro-industriales en alimentación porcina, orientados principalmente a substituir parcial o totalmente los granos de cereales, Aunque existe un amplio potencial en lo referente a fuentes protéicas no-convencionales, las investigaciones en esta área han sido más reducidas que las realizadas en el área de ingredientes energéticos. Parte de la información obtenida en la evaluación de programas de alimentación porcina se presenta a continuación.

Alimentos energéticos

Las raíces y tubérculos (yuca, camote, malanga, etc.) ofrecen un potencial en alimentación animal hasta ahora poco explotado. La yuca (Manihot

esculenta Crantz) es cultivada en la mayoría de los países tropicales por su alto valor energético. El área cultivada de yuca en el mundo ha aumentado en aproximadamente 30 por ciento durante el período de 1961-65 a 1974 y una tercera parte de la producción mundial se obtiene en América Latina, especialmente en Brasil que es el primer país productor de yuca (FAO, 1974).

Aunque la mayor parte de las raíces de yuca es actualmente empleada para alimentación humana, las perspectivas de su uso como alimento animal han aumentado como consecuencia de los cambios en las políticas agrícolas de la Comunidad Económica o Mercado Común Europeo, que permiten el empleo de yuca importada como una fuente energética que substituye o reemplaza los granos de cereales en alimentos concentrados para animales, especialmente para cerdos (Coursey and Halliday, 1974; Phillips, 1974).

Existe una amplia información experimental en el uso de la yuca en alimentación porcina obtenida en diferentes países. Posiblemente la mayor parte de la información ha sido obtenida en Colombia, tanto en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) como en el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Casi toda la información ha sido divulgada en diferentes formas (Buitrago, 1964; Gómez et al., 1976, 1976a; Job, 1975; Maner, 1972; Maner and Gómez, 1973; Tewe, 1975).

Las raíces de yuca pueden suministrarse como raíces frescas picadas, como ensilaje o en la forma de harina de yuca. La cantidad de yuca fresca picada requerida por cerdo durante todo el período para alcanzar su peso de mercado (desde el destete hasta 95-100 kg de peso vivo) es de aproximadamente 390-400 kg. Debido a su escaso contenido de proteína y de otros micronutrien-

tes, debe de emplearse un suplemento que aporte proteínas-miñerales y vitaminas para cubrir las necesidades nutricionales.

Un programa de alimentación basado en el uso de altos niveles de harina de yuca (60-70 por ciento) durante todos los períodos del ciclo de vida del cerdo ha sido experimentalmente probado en el CIAT. Los resultados obtenidos indican la factibilidad nutricional de emplear la harina de yuca como el principal ingrediente energético, pero los resultados reproductivos aunque satisfactorios, fueron inferiores a los obtenidos con la dieta control a base de maíz común. Los aspectos alimenticios económicos especialmente en relación a la mayor cantidad de ingrediente proteico requerido para balancear las dietas a base de yuca, en cualquiera de sus formas, son indispensables de tomarse en consideración.

El empleo de yuca en alimentación de aves se ha limitado a la inclusión de niveles relativamente reducidos de harina de yuca como substitución parcial de granos de cereales. En algunas experiencias (Seerley, 1972) se han utilizado niveles hasta de 47.5 por ciento de harina de yuca para dietas de pollos, aunque las recomendaciones de uso son del orden del 10-20 por ciento. Experimentos con harina de yuca amarga (Montilla et al., 1975) sugieren la factibilidad de utilizar niveles de 30 por ciento en raciones para pollos.

Otro cultivo ampliamente difundido en las regiones tropicales es el banano, que comprende más de treinta especies del género Musa. El 65 por ciento de la producción mundial se obtiene en América Latina. Aunque el banano y el plátano se cultivan principalmente para la exportación y para el consumo doméstico de la población humana, hay grandes cantidades disponibles de esta

fruta que pueden emplearse en la alimentación animal. Se estima que aproximadamente un 30 por ciento de la producción en Ecuador se pierde a nivel de plantación y que alrededor del 10 por ciento de la producción anual es utilizada en alimentación animal (Oliva, 1977).

Amplia información experimental ha sido obtenida durante la última década en Ecuador, en trabajos colaborativos entre el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y el CIAT, en relación al uso del banano de rechazo, especialmente en alimentación porcina (Oliva, 1970; Calles et al., 1970; Clavijo, 1972; Clavijo y Maner, 1975; Oliva, 1977).

El banano contiene aproximadamente 80 por ciento de agua por lo cual su manejo es más difícil que el de las raíces, como las de yuca (65 por ciento de humedad) y limitando la capacidad de consumo por parte de los animales. El banano maduro fresco es bien apetecido por los cerdos y puede ser eficientemente utilizado si se le suplementa adecuadamente con proteína, minerales y vitaminas. Sin embargo, su empleo durante el período de lactancia es limitado debido a que la capacidad gastrointestinal de la cerda no le permite consumir cantidades adecuadas de banano fresco para satisfacer sus necesidades energéticas. Los bananos frescos verdes por su contenido de taninos, tienen un sabor amargo y no son tan apetecidos como los bananos maduros.

Debido a que los bananos maduros no pueden ser deshidratados fácilmente, la preparación de harina de banano (banharina) se realiza a partir de bananos verdes. La banharina puede incluirse satisfactoriamente en niveles óptimos del 42 por ciento para todos los períodos del ciclo de vida del cerdo; niveles ligeramente más altos pueden emplearse en las dietas de lactancia.

Poca información existe en relación al empleo de banharina para programas de alimentación de aves. Aparentemente solo se puede usar en niveles muy bajos, del orden del 2.5 al 5.0 porciento de las dietas para pollos (Oliva, 1977).

El cultivo de caña de azúcar se encuentra también ampliamente difundido en América Latina. La melaza de caña es uno de los subproductos obtenidos durante el procesamiento de la caña de azúcar y es empleada comúnmente en alimentación animal y como substrato energético para varios tipos de fermentaciones. Se emplea normalmente en alimentación de vacunos y de porcinos. La mayor parte de la información sobre el uso de melaza en alimentación porcina ha sido recientemente resumida y publicada (Buitrago et al., 1977a).

La composición de la melaza de caña depende del grado de tecnificación del procesamiento en la producción de azúcar. Por esta razón es bastante difícil y arriesgado hacer recomendaciones generales de su uso en alimentación de monogástricos, sin conocer su calidad. En general, su inclusión en dietas para aves es bastante restringida. En cerdos puede emplearse hasta niveles bastante elevados (30-40 porciento) en la fase final de acabado, pero con aumentos progresivos. Programas de alimentación porcina para los periodos de crecimiento y acabado, con dietas a base de harina de yuca, de pulidas de arroz o de sorgo y con niveles crecientes de melaza (desde 5 hasta 35 porciento) han dado resultados satisfactorios. Comúnmente, este sistema es empleado en granjas porcinas del Valle del Cauca, en Colombia.

Las poblaciones latinoamericanas son tradicionalmente consumidoras de arroz y por lo tanto, el cultivo de este cereal está ampliamente difundido,

siendo uno de los más importantes en estas regiones. El salvado y las puliduras (polvillo o harina) de arroz son subproductos de los procesos de molienda del grano, cuya composición química permite considerarlos como sustitutos de los granos de cereales en programas de alimentación de animales monogástricos. Como en el caso de los subproductos o residuos agrícolas antes mencionados, su nivel de uso en alimentación de aves es relativamente reducido.

La composición química y el valor alimenticio de las puliduras pueden variar ligeramente dependiendo de la eficiencia del procesamiento o de la adulteración con cantidades elevadas de cascarilla. Las recomendaciones sobre uso de las puliduras de arroz se ha limitado hasta hace poco a niveles relativamente reducidos, del orden del 25-30 por ciento de las raciones para cerdos (Morrison, 1966). A estos niveles, las ganancias de peso y la eficiencia de conversión alimenticia de cerdos en crecimiento y acabado son similares a los que se obtienen con raciones a base de maíz y torta de soya. En general, los resultados experimentales sugieren que a medida que se elevan los niveles de puliduras en las dietas, se reduce la ganancia de peso y se empeora la eficiencia alimenticia (Noland and Scott, 1963; Ara et al., 1975).

Parte de las discrepancias en los resultados obtenidos con puliduras de arroz es la diferencia en la calidad del producto empleado. Investigaciones recientes en la Universidad de Florida en Gainesville han utilizado salvado de arroz con un mínimo de 12 por ciento de proteína, un mínimo de 12 por ciento de grasa y un máximo de 12 por ciento de fibra (Campabadal et al., 1975, 1975a). En las investigaciones realizadas en CIAT y orientadas a las etapas de crecimiento y acabado, se han utilizado puliduras con un 13-14 por ciento de proteína y normalmente con 5-6 por ciento de fibra. Los resultados obtenidos

hasta la fecha indican que es factible desarrollar programas de alimentación basados en niveles altos (60 por ciento) o exclusivos (77-80 por ciento) de puliduras de arroz para cerdos en crecimiento y acabado (Gómez et al., 1977). La calidad de la proteína suplementaria es uno de los factores de mayor importancia, habiéndose obtenido los mejores resultados con la combinación de fuentes protéicas de origen animal de buena calidad, como la harina de pescado. Además, los cerdos en crecimiento y acabado pueden consumir dietas con puliduras altas en fibra, sin afectar considerablemente su crecimiento, pero el consumo de las dietas es mayor, resultando en una menor eficiencia de conversión alimenticia. La combinación de niveles altos de puliduras de arroz y de cantidades crecientes de melaza durante el período de crecimiento y acabado, permite substituir totalmente los granos de cereales en las dietas para esos períodos (Gómez et al., 1977).

Otra posibilidad para muchas regiones de Latinoamérica sería la introducción y aumento de la producción de maíces altos en lisina. Existe amplia información sobre el uso de este tipo de granos en programas de alimentación de aves y de cerdos y del ahorro de proteína suplementaria como resultado de su mejor calidad proteica. Recientes estudios realizados en CIAT (Gómez et al., resultados no publicados) durante todos los períodos del ciclo de vida del cerdo indican que se puede ahorrar algo más del 65 por ciento de torta de soya cuando se emplea maíz opaco-2 en lugar de maíz común durante un ciclo reproductivo. La evaluación de variedades de maíces altos en lisina pero con endospermo de consistencia dura (Gómez et al., 1975) sugiere la posibilidad de eliminar el obstáculo que presentan los maíces amiláceos en relación a su conservación y almacenamiento.

Existen sin lugar a dudas muchas otras fuentes energéticas potencialmente importantes para alimentación animal en América Latina, pero la información que se tiene sobre ellas es limitada. El camote, la malanga, los residuos del proceso de extracción de almidón de la yuca, otras raíces y tubérculos propios del trópico pueden constituirse en ingredientes de cierta importancia especialmente para alimentación porcina.

Alimentos protéicos

El aporte de proteínas en dietas prácticas para aves y porcinos reviste especial importancia tanto desde el punto de vista nutricional como económico. La demanda creciente de proteínas en alimentación humana permite vislumbrar un mayor uso directo de alimentos protéicos tradicionalmente utilizados en alimentación animal, con una disminución en la disponibilidad y un aumento en el costo, haciendo prohibitivo su uso en nutrición animal en general, y en porcinos en particular. Estas circunstancias obligan a la búsqueda de fuentes protéicas que tradicionalmente no son utilizadas en alimentación de animales monogástricos y que deben ser evaluadas para conocer sus limitaciones de uso.

Las harinas o tortas de soya y de algodón son las fuentes de proteína vegetal mayormente utilizadas para alimentación de aves y cerdos. Sin embargo, los subproductos de algodón están disponibles en un mayor número de regiones gracias a una mejor distribución del cultivo de algodón, en contraste con la soya, cuyo cultivo está restringido a unas pocas áreas con condiciones ecológicas favorables.

La semilla de algodón tiene un alto contenido de proteína (26 por ciento en promedio) y de energía (25 por ciento de aceite en promedio), y por lo tanto, después de extraído el aceite, se obtiene la harina o torta de algodón, de alto contenido protéico para alimentación animal.

Las principales limitaciones para utilizar niveles altos de harina de algodón en raciones para monogástricos se deben a procesos industriales ineficientes durante la separación de la semilla, la extracción del aceite y la cocción. Las alteraciones que se observan más frecuentemente como consecuencia de estas fallas se reflejan en productos con alto contenido de fibra, aceite y gosispol y baja calidad proteínica.

Generalmente, la harina de algodón solo puede ser considerada como un componente parcial del requerimiento protéico en raciones para aves y cerdos, debido principalmente al efecto tóxico del gosispol libre. De acuerdo a la concentración de este tóxico, los niveles máximos recomendados en raciones para monogástricos fluctúan entre 5 y 15 por ciento. Por otra parte, a medida que se incrementa el contenido de harina de algodón en la ración, la deficiencia del aminoácido lisina se hace más drástica. Si se toma como fundamento estos dos factores limitantes, la mayoría de las investigaciones han sido orientadas hacia la utilización de niveles altos de harina de algodón, mediante la adición de productos que contrarresten la toxicidad y/o superen la deficiencia en lisina.

Un gran número de investigaciones han sido conducidas en varias instituciones latinoamericanas con el propósito de evaluar programas alimenticios a base de harina de algodón, tanto en aves como en cerdos. Buena parte de

la información disponible sobre experiencias en cerdos ha sido desarrollada conjuntamente en el ICA y en el CIAT, cuyos resultados han sido condensados en publicaciones recientes (Buitrago et al., 1977).

El caupí y el garbanzo son dos leguminosas de granos que ofrecen buen potencial de producción en zonas tropicales. Los granos de caupí (Vigna sinensis) contienen un promedio de proteína de aproximadamente 24 por ciento (Maner, 1973). Debido a la presencia de componentes tóxicos (inhibidores de tripsina, hemaglutininas, etc.) en las leguminosas de grano, es normalmente necesario someterlas a un tratamiento térmico para destruir dichos compuestos. Cerdos alimentados con dietas a base de caupí crudo, con o sin suplementación de metionina, muestran menores rendimientos de crecimiento que aquellos alimentados a base de caupí cocido. La suplementación de metionina no parece tener efecto benéfico adicional en las dietas de caupí cocido, sugiriendo que el factor limitante en su utilización es la presencia de compuestos tóxicos o antimetabolitos y no la deficiencia de metionina (Maner, 1973).

Desafortunadamente, no todas las variedades o líneas de caupí poseen un valor nutritivo similar; la variedad Zipper cream ha demostrado ser la más promisoría desde el punto de vista nutricional, pero aparentemente es una de las que produce menores rendimientos agronómicos. Los estudios preliminares sobre evaluación nutritiva de caupí en ratas y cerdos sugieren un potencial nutricional apreciable como ingrediente protéico para las zonas tropicales; sin embargo, su difusión es limitada y se requiere más conocimiento en los aspectos agronómicos de producción y en la selección de variedades adaptables a zonas tropicales.

Existe también un apreciable potencial en la utilización de proteína foliar para animales monogástricos, aunque se presentan serias limitaciones que restringen su uso práctico en estos animales. En general, la mayoría de las harinas obtenidas de Desmodium, de soya perenne (Glycine wightii) y de hojas de yuca contienen entre 20-24 por ciento de proteína total, pero al mismo tiempo los niveles de fibra cruda son del orden del 24-26 por ciento, lo cual implicaría la incorporación de niveles relativamente elevados de fibra cruda en las dietas al substituir las fuentes protéicas tradicionales por harina foliar.

En el CIAT se han realizado varios experimentos con harinas foliares tanto en ratas como en cerdos en crecimiento. Aumento del nivel de harina de Desmodium hasta 30 por ciento en las dietas para cerdos en crecimiento, produjo una depresión lineal proporcional en la ganancia de peso corporal, en la ingestión de las dietas y en la eficiencia de conversión alimenticia al comparar los resultados con los de una dieta control (CIAT Informe Anual, 1974). Existe un campo casi inexplorado en la investigación sobre el uso de proteína foliar en animales monogástricos. Gran parte de los resultados obtenidos en CIAT y en otras instituciones sugieren que la limitación en el uso de niveles altos de harinas de hojas forrajeras en dietas para monogástricos podría ser debida a la incapacidad de estos animales para utilizar niveles altos de fibra cruda. Sin embargo, resultados experimentales recientes (Myer and Cheeke, 1975) en ratas, indican que el factor más limitante en el uso de alfalfa deshidratada por animales monogástricos no es su contenido de fibra sino mas bien la poca palatabilidad y aceptabilidad de las dietas experimentales conteniendo niveles altos de alfalfa deshidratada, lo cual resulta en un reducido consumo de la dieta.

Una de las posibilidades de emplear niveles elevados de harinas de hojas de leguminosas y quizás de otras plantas es en las dietas de cerdas gestantes. Un estudio reciente (Danielson and Noonan, 1975) con cerdas alimentadas con una dieta conteniendo 96.75 por ciento de harina de heno de alfalfa durante tres gestaciones consecutivas, indica que los rendimientos reproductivos y los resultados de las camadas al destete fueron similares a los obtenidos con una dieta control. Durante la lactancia las cerdas recibieron una dieta convencional para este período hasta el destete. Estos resultados sugieren un potencial apreciable en el empleo de harina de hojas forrajeras en alimentación porcina.

Existen procesos más tecnificados para extraer la proteína foliar como sucede con la extracción del jugo de alfalfa verde por prensado, la coagulación y el secado de la proteína (Kohler et al., 1973). El material obtenido es conocido como "Pro-Xan" (Protein-Xanthophyll concentrate), contiene aproximadamente 38 por ciento de proteína, menos del 2 por ciento de fibra, niveles altos de cenizas y su composición de aminoácidos se compara favorablemente con la de torta de soya (Cheeke and Myer, 1973). Aunque este tipo de proceso requiere un nivel aparentemente elevado de tecnología, ofrece sin embargo una alternativa en el potencial de la utilización de proteínas foliares para el futuro.

Durante los últimos años se ha despertado gran interés en la tecnología alimenticia para transformar ciertos subproductos agro-industriales o aún subproductos industriales, como los derivados de la industria del petróleo, en medios de cultivo que convenientemente suplementados proveerían los nutrientes necesarios para el crecimiento y multiplicación de microorganismos

tales como bacterias, hongos o levaduras. Estos procesos requieren de una tecnología bastante avanzada y algunos de ellos, especialmente los que utilizan los derivados del petróleo, han sido ensayados a escala de plantas de producción.

En el área agrícola existe un potencial poco explorado en relación a la utilización de subproductos como melaza de caña o aún el aprovechamiento de raíces y tubérculos con elevados contenidos de almidón que podrían ser convertidos en proteína microbiana. Recientemente, investigadores de la Universidad de Guelph han desarrollado un proceso orientado a producción de proteína microbiana utilizando el almidón de yuca como sustrato energético. El proceso desarrollado estará dirigido a buscar un método simple y económico para convertir las raíces de yuca en proteína microbiana.

Los estudios se han concentrado en un hongo filamentoso, amilolítico, termotolerante que puede utilizar el almidón de las raíces de yuca sin necesidad de hidrolizar el almidón antes del proceso de fermentación. Además, el nivel de asepsia del proceso no requiere mayores cuidados debido a las condiciones altamente selectivas del medio de cultivo (pH 3.5 y temperaturas de 45-50°C); el costo de enfriamiento es relativamente barato y la naturaleza filamentosa del hongo permite su recuperación por filtración (Gregory et al., 1976). El hongo seleccionado para este proceso es el Aspergillus fumigatus I-21. Un mutante de este hongo que no produce esporas, para evitar el posible problema de aspergilosis, ha sido obtenido y designado I-21A, el cual se está usando en pruebas a nivel de planta piloto. Actualmente se están realizando estudios para seleccionar otros hongos (Cephalosporium sp. y Rhizopus sp.) que muestran potencial aún mayor que el A. fumigatus I-21A, en términos

de calidad y cantidad de proteína.

Los detalles de la producción de la proteína microbiana a nivel de laboratorio han sido publicados por Reade y Gregory (1975). El CIAT, ha construido una planta piloto (Gregory et al., 1976) para estudiar la factibilidad del proceso a una escala práctica que permita producir proteína microbiana para ser evaluada nutritiva y toxicológicamente en alimentación porcina. La planta piloto se encuentra en funcionamiento y se han obtenido datos preliminares con un fermentador de 200 litros (Santos and Gómez, 1977). La biomasa final contiene aproximadamente 30 por ciento de proteína. Evaluaciones biológicas de la biomasa secada al sol con ratas en crecimiento ratifican la limitación del aminoácido metionina en la proteína microbiana, requiriendo su suplementación en dietas prácticas. El proceso ofrece perspectivas futuras halagadoras y representa un esfuerzo conjunto de la Universidad de Guelph en Canadá y de los programas de Yuca y de Porcinos del CIAT. El proyecto cuenta con el apoyo y respaldo del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) de Canadá.

RESUMEN

Datos de población y producción avícola y porcina para los países latinoamericanos son presentados en este trabajo. El aporte de carne de aves y de cerdos al consumo total de carne per cápita en los países de América Latina es bastante inferior a los promedios mundiales. Las posibilidades de aumento de producción, especialmente en la especie porcina, son factibles mediante mejoras de la eficiencia de producción más que con incremento en la población animal.

La disponibilidad de alimentos constituye el obstáculo más importante en los programas de desarrollo avícola y porcino. La industria avícola debido a su mayor eficiencia y tecnificación, utiliza prioritariamente los alimentos convencionales disponibles en las zonas de producción. En cambio la explotación porcina depende de la disponibilidad de subproductos agroindustriales o residuos agrícolas.

En las regiones tropicales existen sin embargo una serie de recursos alimenticios poco explotados, los cuales pueden ser utilizados en alimentación animal. Se presentan datos de investigaciones sobre la utilización de fuentes energéticas y proteicas no convencionales con potencial futuro para alimentación en general, y porcina en particular.

REFERENCIAS

- Ara, V., Luis, A. A. Owen, J. Buitrago y J. Pineda. 1975. Determinación del valor nutritivo y del nivel óptimo de utilización de la harina de arroz en dietas para cerdos. Rev. ICA X (1), pp. 127-137. Bogotá, Colombia.
- Buitrago, J. A. 1964. Utilización de la yuca en dietas para crecimiento y ceba de cerdos. Tesis de grado. Univ. Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Bogotá, Colombia.
- Buitrago, J. A., I. Jiménez, H. Obando, J. H. Maner y A. Moncada. 1977. Utilización de torta (harina) de algodón en alimentación de cerdos. CIAT, Boletín Serie ES-25. 35 p.
- Buitrago, A. J., J. H. Maner y G. G. Gómez. Producción de cerdos en América Latina. En "Alimentos de origen animal - Proteínas y América Latina", INCAP, Guatemala (en prensa).
- Buitrago, J., H. Obando, J. H. Maner, M. Corzo y A. Moncada. 1977a. Subproductos de la caña de azúcar en la nutrición porcina. CIAT, Boletín Serie ES-23. 43 p.
- Calles, A., H. Clavijo, E. Hervas y J. H. Maner 1970. Ripe bananas (*Musa*) as energy source for growing-finishing pigs. J. Anim. Sci. 31:197 (Abstr.)
- Campabadal, C. M., H. D. Wallace and G. E. Combs. 1975. An evaluation of rice bran as a feed ingredient for growing-finishing pigs. Res. Report AL-1975-9 Dept. Animal Science, Florida Agric. Exp. Sta., Gainesville, Florida.
- Campabadal, C. M., H. D. Wallace and G. E. Combs. 1975a. Nutrient utilization of swine diets as influenced by various levels of rice bran and the addition of fat. Res. Report AL-1975-10. Dept. Animal Science, Florida Agric. Exp. Sta., Gainesville, Florida.
- CIAT - Informe Anual 1974. Sistemas de producción de ganado porcino. pp.163-212.
- Clavijo, H. 1972. Utilización de banano y plátano en la alimentación de cerdos. pp. 177-188. En Seminario sobre Sistemas de Producción de Porcinos en América Latina, Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali, Colombia, 18-21 Septiembre 1972.
- Clavijo, H. y J. H. Maner. 1975. El empleo del banano de rechazo en la alimentación porcina, CIAT, Boletín Serie ES No.6., 20 p.
- Coursey, D. G. and D. Halliday. 1974. Cassava as animal feed. Outlook of Agriculture. 8:273.

- Cheeke, P. R. and R. O. Myer. 1973. Alfalfa protein concentrate: A new protein supplement for swine. *Feedstuffs*, Dec. 10, 1973.
- Danielson, D. M. and J. J. Noonan. 1975. Roughages in swine gestation diets. *J. Animal Sci.* 41:94.
- FAO. 1974. Production yearbook. Vol. 28.
- Gómez, G. G., J. H. Maner, Z. Flores, C. A. Francis and J. Buitrago. 1975. A comparison of vitreous and soft endosperm high-lysine and common maize in diets for growing rats and pigs. *J. Anim. Sci.* 41:1638.
- Gómez, Guillermo, C. Camacho y J. H. Maner. 1976. Utilización de yuca fresca y harina de yuca en alimentación porcina. pp. 91-102. En Memoria Seminario Intern. Ganadería Tropical, Acapulco, México, 8-12 Marzo 1976.
- Gómez, Guillermo, C. Camacho y J. H. Maner. 1976a. Utilización de dietas a base de harina de yuca, sin suplementación de metionina, durante los períodos del ciclo de vida del cerdo. pp. 262-266. En Proceedings of the Fourth Symposium of the International Soc. for Tropical Root Crops held at CIAT, Cali, Colombia, 1-7 August 1976, Int. Develop. Res. Centre Monogr. IDRC-080e.
- Gómez, G. Guillermo, F. Alvarado, J. Chamorro y J. H. Maner. 1977. Utilización de las puliduras de arroz en raciones para cerdos en crecimiento y acabado. V Reunión Asoc. Panameña Prod. Animal, David, Panamá, 17-19 Junio 1977,
- Gregory, K. F., A. E. Reade, G. L. Khor, J. C. Alexander, J. H. Lumsden and G. Losos. 1976. Conversion of carbohydrates to protein by high temperature fungi. *Food Technology* 30:30-35.
- Gregory, K. F., A. G. Meiering, F. A. Azi, J. A. D. Sedgwick, J. D. Cunningham, S. J. MacLean, J. Santos and G. Gómez. 1976. Establishment of a pilot plant for the production of fungal protein from cassava. pp. 267-270. In Proceedings of the Fourth Symposium of the International Soc. for Tropical Root Crops held at CIAT, Cali, Colombia, 1-7 August 1976, Int. Develop. Res. Centre Monogr. IDRC-080e.
- Job, T. A. 1975. Utilization and protein supplementation of cassava for animal feeding and the effects of sulphur sources on cyanide detoxification. Ph. D. Thesis, Department of Animal Science, University of Ibadan, Nigeria.
- Kholer, G. O., J. Chrisman and E. M. Bickoff. 1973. Separation of protein from fiber in forage crops. pp. 42-60. In Alternative sources of protein for animal production. Proceedings of a Symposium. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia. July 31, 1972. National Academy of Sciences, Washington, D.C.

- Maner, J. H. 1972. La yuca en la alimentación de cerdos, pp. 189-227. En-
Seminario sobre Sistemas de Producción de Porcinos en América La-
tina, Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali,
Colombia. 18-21 Septiembre 1972.
- Maner, J. H. 1973. Investigation of plants not currently used as major
protein sources. pp. 87-118. In Alternative sources of protein for
animal production. Proceedings of a Symposium. Virginia Polytechnic
Institute and State University, Blacksburg, Virginia. July 31, 1972.
National Academy of Sciences, Washington, D. C.
- Maner, J. H. and Guillermo Gómez. 1973. Implications of cyanide toxicity
in animal feeding studies using high cassava rations, pp. 113-120.
In Chronic cassava toxicity: proceedings of an interdisciplinary
workshop, London, England, 29-30 January 1973. Int. Develop. Res.
Centre Monogr. IDRC-010e.
- Montilla, J., P. P. Castillo y H. Wiedenhofer, 1975. Efecto de la incorpora-
ción de harina de yuca amarga para pollos de engorde. *Agronomía
Tropical XXV*, 259-266 (Venezuela).
- Morrison, F. B. 1966. Feeds and feeding. 22nd ed. The Morrison Publishing
Co., Ithaca, N. Y. pp. 457-458.
- Myer, R. O. and P. R. Cheeke. 1975. Utilization of alfalfa meal and alfalfa
protein concentrate by rats. *J. Anim. Sci.* 40:500.
- Noland, P. R. and K. W. Scott. 1963. Substituting various grains and rice
milling by-products for corn in rations for growing-finishing swine.
Bull. 668. Agric. Exp. Sta. Univ. of Arkansas, Fayetteville. 16 p.
- Oliva, Francisco. 1970. Evaluación de la harina de banano verde con cáscara,
en crecimiento y acabado de cerdos en confinamiento. Tesis Fac.
Ingeniería, Agronomía, Medicina Veterinaria, Universidad Central,
Quito, Ecuador.
- Oliva, Francisco. 1977. La utilización del banano en la alimentación animal.
Seminario sobre Identificación de prioridades en la investigación
del banano y plátano, Centro Internacional de Agricultura Tropical,
CIAT, Cali, Colombia. 20-22 Septiembre 1977.
- Phillips, P. Truman. 1974. Cassava utilization and potential markets. Int.
Develop. Res. Centre. Monogr. IDRC-020e.
- Reade, A. E. and K. F. Gregory. 1975. High-temperature production of protein
enriched feed from cassava by fungi. *Applied Microb.* 30:897-904.
- Santos, N., J. and G. Gómez, G. 1977. Pilot plant for single-cell protein
production. In Cassava as an animal feed. Proceedings of an
interdisciplinary workshop, Guelph, Canada, 18-20 April, 1977.

- Seerley, R. W. 1972. Utilization of cassava as a livestock feed. In Hendershott, C. H. et al. A literature review and research recommendations on cassava (Manihot esculenta Crantz). AID contract No. csd/2497. Athens, University of Georgia, 1972. pp. 157-182.
- Tewe, O. O. 1975. Implications of the cyanogenic glucoside fraction of cassava in the growth and reproductive performance of rats and pigs. Ph. D. Thesis, Department of Animal Science, University of Ibadan, Nigeria.