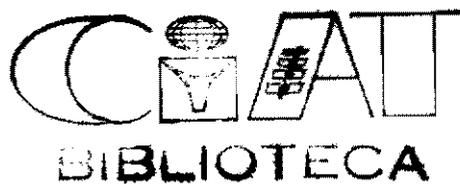


EB
211
-C3
M31
C2



~~LA YUCA EN LA ALIMENTACION DE CERDOS~~

Jerome H. Maner, Julián Buitrago, Roberto Portela e Iván Jiménez



45055

21491

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)

y

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

La Yuca en la Alimentación de Cerdos

Jerome H. Maner, Julián Buitrago A., Roberto Portela C. e Iván Jiménez P.

Generalidades

En las principales áreas de producción porcina, cuando los granos se encuentran disponibles a precios razonables, generalmente constituyen la principal fuente de energía. En otros países, la producción de cereales de grano no es suficiente para satisfacer la demanda del consumo humano y animal. Muchos de estos países, sin embargo, tienen el potencial o producen grandes cantidades de otras fuentes de alimento que, suministradas y suplementadas adecuadamente, podrían mantener una industria porcina eficiente.

Una fuente de alimento que tiene un gran potencial hasta ahora desconocido en muchas regiones tropicales es la yuca o mandioca (Manihot esculenta Crantz). Este tubérculo crece en los trópicos bajos del mundo, generalmente entre las latitudes 30°N y S y casi siempre en regiones que tienen menos de 1.800 metros de altura (Rogers, 1963). En general, estas áreas delimitan las regiones de producción debido a que la planta es muy sensible al frío y las heladas. La yuca posee un alto grado de adaptabilidad, resistencia a la sequía, tolerancia a los suelos pobres y es relativamente fácil de cultivar. Puesto que existen variedades que se adaptan a casi toda clase de suelos y grado de precipitación pluvial anual, la planta ofrece un potencial de producción ilimitado.

La producción anual mundial de yuca, según un informe de la FAO, fue de 105.417.000 toneladas métricas en 1972. De la producción total mundial, aproximadamente 39 por ciento se produce en los países de América Latina y un 30 por ciento, o sea 31.000.000 toneladas métricas del total mundial, se produce anualmente en el Brasil. Gran parte de la producción se realiza

La mayor parte de la información reportada en el presente trabajo se basa en los resultados de experimentos conducidos en el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Se agradece la colaboración en algunos de estos trabajos a los Dres. Titus A. Job, Jorge T. Gallo, Guillermo G. Gómez, Arthur Owen, Javier Mesa, Fernando Calderón y Alberto Henao.

bajo condiciones agronómicas muy pobres y utilizando material genético no mejorado. La mayoría de las cosechas se produce en pequeños lotes en fincas particulares de poca extensión, con la intención de utilizarla para el consumo casero.

Aunque la yuca ocupa el noveno lugar en términos de producción mundial de todas las cosechas y el quinto lugar en la producción mundial de cultivos tropicales, su importancia y potencial como alimento animal en las regiones tropicales del mundo no es debidamente reconocida ni por los investigadores ni por los productores de ganado.

Rendimientos

Los rendimientos actuales de yuca en las fincas, según las estadísticas agrícolas, son generalmente bajos y fluctúan entre 3 y 20 toneladas por hectárea. El rendimiento promedio mundial es de 9.2 toneladas por hectárea según la información de la FAO (1964). Algunas variedades requieren de 16 a 20 meses para madurar, aunque existen variedades que en 10 meses pueden producir más de 78 toneladas de yuca fresca por hectárea en lotes experimentales (Varon, 1968). Debido a la gran cantidad y diversidad de materiales genéticos disponibles en el mundo y a la facilidad con la cual la yuca puede ser cruzada sexualmente, el desarrollo de nuevas variedades y líneas podría ofrecer grandes oportunidades para aumentar la producción. Una vez que estas líneas y variedades mejoradas resistentes a enfermedades hayan sido formadas genéticamente, es fácil continuar su propagación y conservar su pureza genética porque la planta se reproduce en forma vegetativa normal por medio de estacas.

Los rendimientos obtenidos experimentalmente (ICA, 1969), indican que la capacidad calórica total de rendimiento por hectárea, por año, de una

cosecha de yuca mejorada, bien administrada, es tres veces mayor que la de productos tales como arroz y maíz. En el futuro, los rendimientos podrán ser mayores que los actuales debido a la selección adecuada, al mejoramiento genético y a las prácticas agronómicas mejoradas.

Un kilo de yuca que contiene 35 por ciento de materia seca tiene un valor de energía bruta de 1225 kilocalorías, aproximadamente. Una producción anual de 75 toneladas métricas de yuca por hectárea produciría alrededor de 90 millones de kilocalorías.

Evaluación química y biológica

La yuca fresca contiene un promedio de 65 por ciento de humedad y 35 por ciento de materia seca (Cuadro 1). La pulpa o parte interna de la raíz contiene un poco más de materia seca que la corteza (37.8 vs 27.8%) y representa aproximadamente 86.8 por ciento del peso total de la raíz. El 13.2 por ciento restante está formado por la corteza (Cuadro 2). El porcentaje de humedad y la relación pulpa: corteza no presentan variaciones considerables según el grado de madurez de la raíz.

Un promedio de 31 por ciento de la raíz fresca está constituido por extracto no nitrogenado compuesto principalmente de almidón y azúcar (Cuadro 1). La fracción de extracto no nitrogenado de la yuca contiene aproximadamente 80 por ciento de almidón y 20 por ciento de azúcar y amidas (Vogt, 1966). Contiene, además, sucrosa en cantidades variables las cuales alcanzan un 5 por ciento en algunas variedades (Brautlecht, 1953).

La unidad básica de la molécula del almidón es la d-glucosa puesto que ésta es el único monosacárido obtenido en la hidrólisis total. Los dos elementos principales del almidón son la amilosa, de estructura recta, y la amilopectina, cuya estructura está dividida en muchas cadenas. Según Kerr

Cuadro 1. Análisis proximal de 15 variedades colombianas de yuca ^{1/}

Variedad	Humedad	Proteína	Fibra	Grasa	Ceniza	Extracto no nitrogenado
	%	%	%	%	%	%
Llanera	67.90	2.33	0.97	0.18	0.95	27.67
Santa Catalina	64.76	2.14	1.16	0.24	1.00	30.71
H-50	66.71	0.56	2.03	0.35	1.71	28.58
Tolima	61.85	0.40	1.35	0.25	1.54	34.61
C.M.C.-50	60.61	1.55	1.09	0.36	1.40	35.07
I-35 Brava	61.21	2.06	1.18	0.31	1.03	34.14
Blanca No. 2	62.70	1.25	1.02	0.29	1.36	33.36
C.M.C.-1	62.18	1.97	2.16	0.30	2.49	30.89
C.M.C.-3	61.50	1.70	1.77	0.24	1.38	33.34
C.M.C.-4	67.59	1.71	3.46	0.35	1.59	25.27
Seis Meses Común	65.35	0.67	1.00	0.43	1.29	31.35
Amarilla	64.16	0.59	1.64	0.33	1.81	35.90
Tempranita	77.32	0.63	1.07	0.24	1.58	19.17
La Respetada	62.84	1.03	1.02	0.22	1.36	33.49
Bartolita	68.81	0.18	0.77	0.25	0.94	29.05
Promedio	65.03	1.25	1.45	0.29	1.43	30.84

^{1/} Laboratorio de Nutrición - ICA

Cuadro 2. Efecto del estado de madurez de la yuca en el contenido de materia seca y en el porcentaje de pulpa y de corteza

Fecha de cosecha	% Materia seca			% Composición	
	Rafz entera	Pulpa	Corteza	Pulpa	Corteza
1970					
Febrero 23	34.6	37.3	22.8	87.3	12.7
Marzo 10	34.9	37.3	25.0	87.1	12.9
Marzo 30	41.1	41.3	36.1	86.6	13.4
Abril 17	33.9	35.2	27.5	86.1	13.9
Promedio	36.1	37.8	27.8	86.8	13.2

Maner, J.H. y A. Henao. 1970. Información sin publicar.

(1950) y Johnson y Raymond (1965), el almidón de yuca contiene aproximadamente 20 por ciento de amilosa y 70 por ciento de amilopectina. El bajo contenido de amilosa es la causa de la propiedad viscosa característica del almidón de yuca.

Como puede apreciarse en el Cuadro 1, la yuca contiene pequeñas cantidades de fibra (1.45%) y casi nada de extracto etéreo (0.20%). El contenido de ceniza es aproximadamente 1.5 por ciento de la raíz. Los niveles de calcio (0.12%), fósforo (0.16%), sodio (0.06%) y magnesio (0.37%) son bajos, en general (Cuadro 3). Como sucede en otras raíces, el nivel de potasio es relativamente alto (0.86%).

La mayoría de las variedades producidas actualmente contienen muy poca cantidad de nitrógeno (Cuadro 4). El contenido de proteína cruda (N x 6.25) de la mayoría de las variedades examinadas no excede de 3.0 por ciento cuando se expresa en base seca al medio ambiente (aproximadamente 10% de humedad). Sin embargo, se han encontrado niveles más altos de proteína cruda en algunas variedades. Por ejemplo, Beck (1969) presentó un informe sobre una variedad africana que contiene 9 por ciento de proteína cruda y Jaramillo y Herrera (1970) informaron sobre una colección mundial *Manihot Carthagenensis* que contiene 15.4 por ciento de proteína cruda cuando se expresa en base seca. Maner (1969) informó sobre variedades que contienen hasta 2.33 por ciento de proteína cruda en la raíz fresca o 7.25 por ciento cuando se expresa en base seca.

Estudios adicionales (Maner y Daniels, 1970) indican claramente que la totalidad del nitrógeno presente en la yuca no se encuentra en forma de proteína. Los datos presentados en el Cuadro 5 demuestran el alto contenido de nitrógeno de las muestras de la variedad "Llanera" cosechadas aproximadamente cada dos semanas durante un período de cinco meses. El contenido total

Cuadro 3. Contenido de minerales de 10 variedades colombianas de yuca ^{1/}

Variedad	Calcio	Fósforo	Sodio	Potasio	Magnesio
	%	%	%	%	%
Llanera	0.06	0.17	0.05	0.92	0.40
Santa Catalina	0.09	0.15	0.04	0.66	0.40
H-50	0.14	0.23	0.04	1.30	0.33
Tolima	0.06	0.20	0.04	1.07	0.22
C.M.C.-50	0.06	0.15	0.07	0.80	0.22
I-35	0.05	0.16	0.07	0.70	0.34
Blanca No. 2	0.07	0.17	0.04	1.05	0.31
C.M.C.-1	0.28	0.10	0.09	0.84	0.45
C.M.C.-3	0.13	0.11	0.08	0.72	0.35
C.M.C.-4	0.21	0.19	0.05	0.58	0.70
Promedio	0.12	0.16	0.06	0.86	0.37

^{1/} Muestras de yuca seca con el 10% de humedad, aproximadamente.

Cuadro 4. Variación en el contenido de proteína cruda en 87 variedades de yuca 1/

Nivel de Proteína, % (N ₂ x 6.25)			Número de muestras
0.00	a	1.00	4
1.00	1	2.00	39
2.00	a	3.00	29
3.00	a	4.00	10
4.00	a	5.00	3
5.00	a	6.00	1
6.00	a	6.40	1
Promedio de 2.3 por ciento de proteína en 87 variedades			

1/ Muestras de yuca seca con 10% de humedad, aproximadamente.

Cuadro 5. Efecto del estado de madurez en el contenido de nitrógeno total y de nitrógeno no proteico de las raíces de yuca Llanera ^{1/}

Fecha de cosecha	Raíz entera			Pulpa			Corteza			
	N total	Prot. Cruda (Nx6.25)	NNP	N total	Prot. Cruda (Nx6.25)	NNP	N total	Prot. Cruda (Nx6.25)	NNP	
1970										
Enero	10	.89	5.58	.70	.89	5.50	.13	1.48	9.25	.86
Febrero	23	.87	5.50	.60	.50	3.12	.25	1.30	8.20	.50
Marzo	10	.91	5.68	.52	.73	4.55	.43	1.14	7.10	.46
Marzo	30	.87	5.43	.45	.73	4.58	.34	.87	5.43	.43
Abril	17	1.02	6.35	.63	.82	5.15	.39	1.92	12.00	1.14
Mayo	4	.93	5.81	.65	.85	5.31	.48	2.13	13.30	-
Junio	3	.74	4.63	.31	.56	3.50	.26	-	-	-

^{1/} Muestra seca con el 10% de humedad, aproximadamente.

Maner, J.H. y A.L. Daniels. 1970. Información sin publicar.

de nitrógeno en la raíz entera varió de 0.74 por ciento a 1.02 por ciento durante este lapso de tiempo (4.63% a 6.35% de proteína cruda). En el mismo cuadro puede apreciarse que el nivel total de nitrógeno es mayor en la corteza que en la parte restante de la raíz y que la parte interna contiene de 4 a 5.5 por ciento de proteína cruda. El tratamiento de las muestras de la raíz con ácido tricloroacético (TCA) indica claramente que entre 50 y 60 por ciento del contenido total de nitrógeno presente corresponde a nitrógeno no proteico (NNP) y no se precipita. El porcentaje de NNP es mayor en la corteza que en la pulpa (Cuadro 5). Maner y Daniels (1971) obtuvieron resultados similares con otras tres muestras que producen altos niveles de ácido cianhídrico (HCN) (Cuadro 6). Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Oyenuga (1955) quien informó que 62 por ciento del nitrógeno de la raíz cruda es proteína y que 87 por ciento del nitrógeno de la corteza es proteína.

Un detallado análisis químico contenido en un estudio aún sin publicar (Calderón, 1971) sobre la fracción de nitrógeno de 15 variedades de yuca muestra que el contenido total de nitratos, nitritos y HCN representa solo aproximadamente 1.0 por ciento del nitrógeno total. Según estos estudios, parece que los ácidos glutámico y aspártico pueden hallarse presentes en la raíz en la forma de aminoácidos libres y representan una porción del NNP que no se precipita con ácido tricloroacético.

El contenido de aminoácidos de dos muestras de yuca de la variedad Llana aparece en el Cuadro 7, expresados como porcentaje de proteína cruda y de proteína real. Los niveles de varios aminoácidos esenciales tales como lisina y triptófano son promisorios y se comparan favorablemente con los observados en el maíz opaco-2. Sin embargo, el nivel de metionina y cistina, aminoácidos que contienen azufre, es deficiente y limitante.

Cuadro 6. Contenido de nitrógeno total y de nitrógeno no proteico de tres variedades de yuca

	Muestra fresca			Base seca		Muestra secada al horno	
	H ₂ O	N total	NNP	N	NNP	N	NNP
<u>CMC-84</u>							
Raíz entera	63.9	0.16	.063	.45	.20	.36	.18
Pulpa	64.3	0.12	.073	.33	.17	.35	.16
Corteza	76.0	0.33	.160	1.37	.67	.78	.38
<u>CMC-60</u>							
Raíz entera	70.2	.142	.068	.48	.23	.40	.24
Pulpa	68.1	.099	.066	.31	.21	.32	.21
Corteza	71.9	.200	.140	.71	.50	.85	.46
<u>CMC-11</u>							
Raíz entera	58.62	.36	.24	.86	.57	.69	.54
Pulpa	58.24	.32	.20	.80	.48	.65	.46
Corteza	64.06	.41	.29	1.14	.81	1.10	.80

Maner, J.H. y A.L. Daniels. 1971. Información sin publicar.

Cuadro 7. Análisis de aminoácidos en dos muestras de raíz de yuca Llanera

Aminoácido	Muestra		Muestra	
	1	2	1	2
	% de proteína cruda		% de N proteico	
Arginina	17.10	12.90	44.34	32.26
Histidina	.60	.53	1.67	1.33
Isoleucina	.77	1.04	1.93	2.61
Leucina	1.24	1.52	3.09	3.80
Lisina	1.54	1.56	3.86	3.90
Metionina	NC	.33	-	.82
Cistina	.51	NC	1.27	NC
Treonina	.86	1.00	2.16	2.51
Fenilalanina	.78	.94	1.90	2.34
Valina	1.23	1.32	3.08	3.29
Triptófano	.50	.50	1.26	1.26

Maner, J.H. 1971. Información sin publicar.

Según Close et al. (1953), la proteína de la harina de yuca contiene los siguientes aminoácidos: 4.4% de ácido aspártico, 2.1% de treonina, 1.9% de serina, 12.7% de ácido glutámico, 1.6% de prolina, 2.4% de glicina, 4.6% de alanina, 2.6% de valina, 0.6% de cistina, 1.0% de metionina, 2.0% de isoleucina, 2.9% de leucina, 1.6% de tirosina, 2.3% de fenilalanina, 3.5% de lisina, 0.5% de triptófano, 10.4% de ornitina, 1.2% de histidina y 3.7% de arginina. Sreeramamurthy (1945) también informó que los aminoácidos esenciales que se encuentran presentes en la proteína total (1.33% en la muestra) son arginina 7.74%, histidina 1.50%, isoleucina 5.33%, leucina 5.56%, lisina 6.23%, metionina 0.60%, fenilalanina 3.45%, treonina 3.83%, triptófano 0.53% y valina 4.51%.

Factores tóxicos

Algunas variedades de yuca presentan problemas en su utilización como alimento para animales debido a la alta concentración de un compuesto tóxico que se conoce comúnmente como ácido cianhídrico (HCN) o ácido prúsico (Oke, 1969). El ácido cianhídrico libre no existe como tal, pero sí como componente de dos B-glucósidos que contiene la yuca: linamarasa y lotaustralina. Los glucósidos están formados por una combinación química de HCN y glucosa, los cuales son liberados mediante hidrólisis enzimática (linamarasa). Ni los glucósidos ni la enzima son tóxicos al considerarlos aisladamente (Couch, 1932). La hidrólisis enzimática puede ser acelerada sumergiendo las raíces en agua o por calor, sin exceder una temperatura de 75°C, cuando la enzima se destruye (Jones, 1959). Por otro lado, el lavado y el secado por calor hacen desaparecer el HCN y por consiguiente se disminuye el peligro de toxicidad.

La yuca es considerada dulce cuando contiene menos de 50 mg de HCN por

kilo del producto (50 ppm) y amarga o tóxica cuando la concentración de HCN pasa de 100 mg/kg (100 ppm), según Bolhuis (1954). Greenstreet y Lambourne (Jones, 1959), reportaron que el contenido de HCN en las variedades dulces es de 70 mg/kg, en promedio, mientras que en variedades amargas generalmente fluctúa entre 200 y 300 mg/kg.

En los animales, los síntomas de un envenenamiento agudo con HCN son una respiración acelerada y profunda, pulso acelerado, falta de reacción a estímulos y movimientos musculares espasmódicos (Oke, 1969). La mayoría de los síntomas de envenenamiento puede explicarse con base a la afinidad del HCN con los iones metálicos tales como cobre y hierro que son componentes de metabolitos muy importantes en el organismo (hemoglobina, enzimas oxidativas, etc.)

Aunque la toxicidad aguda por HCN no es un problema frecuente, la continua ingestión de pequeñas cantidades de HCN afectan la salud general y pueden causar graves trastornos fisiológicos y nutritivos.

El cuerpo posee la propiedad de eliminar ciertas cantidades de HCN que varían según la especie, la condición física, el consumo de nutrientes y probablemente otros factores no identificados. Se sabe que una enzima llamada rodanasa causa la reacción del HCN con tiosulfato o con azufre coloidal para producir el tiocianato que es el producto de la detoxificación. La enzima se encuentra distribuida en todos los tejidos pero presenta una mayor concentración en el hígado. La detoxificación puede, por consiguiente, llevarse a cabo en todas partes del cuerpo principalmente en el hígado.

El mecanismo de la rodanasa no es la única forma de detoxificación por medio del cual se produce tiocianato a partir del HCN. Se ha encontrado que el ácido B-mercaptopirúvico puede suministrar sulfuro tan rápidamente como

el tiosulfato para la detoxificación.

Se ha dicho también que la vitamina B₁₂ desempeña un papel directo o indirecto en la detoxificación del HCN. Una deficiencia de vitamina B₁₂ en la dieta produce un aumento en la excreción de tiocianato.

Parece, por consiguiente, que las diferencias en el grado de toxicidad del HCN pueden ser explicadas en muchos casos por la presencia o ausencia de sustancias tales como metionina, cistina, sulfuro, vitamina B₁₂, yodo y otros elementos tales como cobre y hierro. Al mismo tiempo, los síntomas relacionados con deficiencias de metionina, vitamina B₁₂, hierro, cobre, yodo que ocurren al existir un nivel aparentemente adecuado de estos nutrientes en la dieta, en algunos casos podrían estar relacionados con la presencia de niveles subletales de HCN que reducen la eficiencia y la adecuada utilización metabólica de estos nutrientes.

Varios métodos de procesamiento pueden utilizarse para reducir la toxicidad del HCN. El secamiento en un horno con aire forzado a temperaturas moderadamente altas (70-80°C), la cocción en agua y el secamiento al sol son algunos de los métodos más efectivos.

El secamiento en el horno cuando no existe humedad elimina el HCN libre y destruye la enzima linamarasa la cual es necesaria para hidrolizar el glucósido y formar HCN. El calor seco casi no tiene efecto en la eliminación del glucósido presente y este se conserva en la raíz. Si es verdad que en el estómago el HCN es liberado del glucósido por medio de la hidrólisis del ácido clorhídrico, entonces cantidades pequeñas de HCN podrán absorberse de la yuca que ha sido procesada de esta manera.

La cocción en agua destruye el HCN libre junto con la enzima (linamarasa) y causa una reducción de la cantidad total de glucósido que es soluble

en agua. Si hierve rápida y continuamente durante cortos períodos de tiempo, cantidades significativas de glucósidos pueden permanecer en la raíz, que al ingerirse pueden provocar absorción de HCN de la misma manera explicada anteriormente en el caso de la yuca secada al horno.

El método de rallado, la mezcla y secamiento al sol son sistemas prácticos y efectivos para reducir tanto el HCN como el nivel de glucósido en la yuca. Estos procesos inician la acción de la enzima sobre el glucósido lo cual causa la liberación del HCN. Si el material se seca durante varios días, la mayor parte del glucósido será hidrolizado para liberar el HCN que se disipa en el aire.

Cosecha, almacenamiento, alimentación y procesamiento

Algunos de los mayores problemas en la utilización de la yuca se relacionan con la cosecha, el almacenamiento, el procesamiento y el suministro.

La raíz de la planta, que debe ser cosechada, es bastante irregular en su colocación y generalmente se extiende sobre una vasta área. Los tallos largos y fibrosos deben cortarse antes de cosechar la raíz. Los métodos mecánicos de cosecha no han sido desarrollados todavía y la cosecha se hace usualmente a mano. En suelos arenosos y húmedos, la cosecha manual no es una tarea difícil. Los suelos más compactos y secos presentan problemas si se desea sacar las raíces intactas. En pequeñas instalaciones la cosecha manual no es un obstáculo para la utilización eficiente pero puede llegar a ser un factor limitante en las fincas que tienen un elevado número de cerdos que requiere grandes cantidades de alimento diario. El uso de un tractor equipado con un arador sencillo para sacar las raíces puede ser útil pero sería preferible tener una máquina para cavar y levantar las raíces de la tierra. Por ejemplo, una máquina similar en diseño al cosechador de papa

pero con mayor profundidad y estructura más pesada puede ser efectiva.

La yuca fresca, debido a su alto contenido de humedad no puede guardarse, en la mayoría de regiones tropicales, más de 3 o 4 días sin que se fermente ni se deteriore. Aún bajo refrigeración, la cual es costosa, no puede conservarse en condición satisfactoria por más de 2 o 3 meses. Debe ser cosechada dos o tres veces por semana para asegurar un producto satisfactorio y palatable para la alimentación puesto que ha sido demostrado que la yuca dañada o fermentada no será consumida a un nivel adecuado para mantener un crecimiento óptimo, y si se consume, causará trastornos digestivos y reducción de consumo.

De acuerdo a los resultados de un número considerable de experiencias realizadas en el ICA y en el CIAT, la yuca puede utilizarse para alimentación de cerdos en forma fresca, en harina (seca) o en ensilaje. Aunque no es esencial, es mejor lavar la raíz para quitarle la tierra y tajarla, rallarla o molerla antes de suministrarla. Debido a la rápida fermentación de la yuca y especialmente del material molido o tajado, debe ser ensilada o deshidratada a la mayor brevedad o bien ofrecerla diariamente a los cerdos en cantidades controladas para suministrar todo lo que el animal consuma voluntariamente pero no a un nivel que deje un exceso de material sin consumir. Si se utiliza yuca fresca deben tenerse siembras alternas con 2 o 3 meses de intervalo para asegurar el abastecimiento adecuado y estable de un producto aceptable.

La yuca puede molerse, rallarse o tajarse de varias maneras. Un cuchillo o machete es el método más simple si se requieren pequeñas cantidades. Cuando se requieren cantidades mayores, debe utilizarse un molino o rallo automáticos.

Las raíces pueden almacenarse temporalmente si se dejan sin extraer de la tierra. El almacenamiento de raíces de yuca por largo tiempo puede hacerse mediante secado o ensilado de las mismas. También pueden secarse ya sea mecánicamente o por exposición al sol del material tajado o rallado en capas delgadas en bandejas grandes. Si el contenido de humedad se reduce al 10 por ciento o menos, la raíz seca puede almacenarse por periodos superiores a un año sin experimentar alteraciones nutritivas.

Las raíces solas o en combinación con las hojas pueden ensilarse con éxito y mantenerse por algún tiempo, siempre y cuando el material sea almacenado en silos adecuados o recipientes plásticos donde no penetre el aire.

Utilización de la Yuca en Alimentación de Cerdos

Desde 1900 se han mencionado en la literatura estudios realizados para determinar el valor nutritivo de la yuca como fuente de energía (carbohidratos) para los cerdos (Tracy, 1903; Conner, 1907; Gavin y Andouard, 1914; Henke, 1923; Mondoñedo y Bayan, 1927; Mondoñedo, 1928; Fullerton, 1929; Howie, 1930; Mondoñedo y Alonte, 1931; Woodman et al., 1931; Alba, 1937; Asico, 1941; Zárate, 1956; Oyenuga y Opeke, 1957; Mejía, 1960; Moebe, 1963; Maner y Buitrago, 1964; Castillo, et al., 1964; Peixoto, 1965; Lang et al., 1965; Maner y Jiménez, 1967; Maner et al., 1967; Aumaitre, 1969; Shimada, 1970; y Maner, 1971).

Como puede apreciarse en el resumen de los resultados de estudios hechos entre 1927 y 1941 para evaluar la yuca como alimento para cerdos en crecimiento y acabado (Cuadro 8), el máximo nivel de yuca incorporado a la dieta fue de 40 por ciento. En la mayoría de los casos, el nivel de producción fue bajo y la cantidad de alimento requerido por unidad de ganancia fue alta.

Más recientemente, en Africa, Oyenuga y Opeke (1957) utilizaron 40 y 55 por ciento de yuca en la dieta para cerdos en crecimiento y acabado, respectivamente. La yuca fresca se suministró cruda o cocida a los cerdos junto con una fuente de alimento suplementario el cual contenía proteína, energía y minerales pero carecía de vitaminas adicionales. Los cerdos fueron alimentados manualmente tres veces al día con el fin de igualar el consumo de alimento de los animales a los que se suministró yuca y aquellos testigos alimentados con una dieta a base de sorgo.

Basados en estos estudios, los autores concluyeron que dietas para cerdos a base de yuca tienen un valor nutritivo igual a dietas a base de sorgo y que la yuca cruda tiene buen sabor y es igual o superior a la yuca cocida.

Cuadro 8. Resumen de los resultados obtenidos en estudios sobre la evaluación de la yuca como alimento para cerdos en crecimiento y acabado. 1927-1941

Nivel de yuca %	Peso de los cerdos kg	Ganancia diaria promedio kg	Alimento/ganancia kg	Fuente (autor y fecha)
20	11-26	0.206	2.65	Mondofredo & Bayon, 1927
20	28-40	0.175	6.52	Mondofredo & Bayon, 1927
30	39-62	0.325	6.46	Mondofredo & Bayon, 1927
20	32-60	0.396	4.76	Mondofredo, 1928
10-25	-	0.559	4.10	Fullerton, 1929
25	10-20	0.068	9.56	Mondofredo & Alonte, 1931
24-40	35-82	0.609	4.03	Woodman, <u>et al.</u> , 1931
5	-	0.420	5.32	Alba, 1937
10	-	0.420	5.38	Alba, 1937
15	-	0.400	5.47	Alba, 1937
20	-	0.350	6.01	Alba, 1937
15	12-30	0.250	3.51	Asico, 1941
20	30-50	0.280	6.35	Asico, 1941
25	50-70	0.300	6.86	Asico, 1941
15-25	12-70	0.270	5.68	Asico, 1941

En un experimento posterior en la misma estación (Modebe, 1963) el sorgo y el maíz fueron reemplazados por harina de yuca secada al sol en 32, 37 y 40 o 42, 47 y 50 por ciento de la dieta para cerdos con un peso de 23-36, 37-55 y 55-75 kg, respectivamente. La tasa de crecimiento de los cerdos alimentados con bajos niveles de harina de yuca (32, 37 y 40%) no fue muy diferente de la de aquellos que recibieron la dieta testigo (0.491 vs 0.482 kg/día) o de los que recibieron niveles más altos de harina de yuca (0.491 vs 0.473 kg/día). Aunque la conversión alimenticia no fue óptima en ninguno de los grupos (4.38, 4.39 y 4.51 en la dieta testigo, los grupos con bajo y alto nivel de yuca, respectivamente), no hubo diferencia entre los tres tratamientos.

Mejía (1960) utilizó niveles de 20 y 40 por ciento de harina de yuca secada al sol para reemplazar una cantidad similar de maíz en las raciones para cerdos en crecimiento y acabado. Como se aprecia en el resumen de estos resultados presentado en el Cuadro 9, la tasa de crecimiento de todos los grupos fue similar y la de los cerdos alimentados con 40 por ciento de yuca fue más alta que la de los cerdos que recibieron la dieta testigo. Estos resultados no indican que la yuca tiene el mismo o un valor nutritivo superior al maíz porque todas las dietas contenían un nivel de proteína superior al requerido por los cerdos de ese peso. Los resultados indican, sin embargo que el valor energético de la yuca es similar al del maíz.

Aumaitre (1969) comparó el valor alimenticio del maíz, del trigo, de la cebada y de la avena con el de la harina de yuca. Dietas con 20 por ciento de proteína fueron suministradas a los lechones entre las cinco y las nueve semanas de edad. Se obtuvo un comportamiento superior con yuca (416 g/día) al compararlo con cebada, avena, maíz y trigo (386, 380, 354, y 360 g/día, respectivamente). Según el informe la substitución de yuca produjo

Cuadro 9. Comportamiento de los cerdos en crecimiento y acabado a los que se suministraron dietas con un contenido de 0, 20 y 40% de harina de yuca secada al sol ^{1/}

Nivel de harina de yuca (%)	Porcentaje proteico en la dieta	Ganancia promedio diaria, kg	Alimento/ganancia
0	21.0	0.527	5.29
20	20.0	0.544	5.19
40	18.7	0.607	4.63

^{1/} Siete cerdos por tratamiento; peso inicial 15.2 kg, peso final 89-100 kg.

Mejía, T.R. 1960. Información sin publicar.

una reducción en la frecuencia de diarrea lo cual resultó en un mejor comportamiento de los cerdos. Los resultados de un experimento sobre digestibilidad hecho con los mismos cerdos muestran que el valor de energía digestible de la yuca es de 4185 kilocalorías/kg de materia seca que se comparan favorablemente con los valores del trigo, la cebada, el maíz y la avena descortezada (3973, 3955, 4046 y 4024 kilocalorías/kg de materia seca, respectivamente. Shimada (1970) utilizó 0, 22, 44 y 66 por ciento de yuca seca al sol para reemplazar el maíz en las dietas para cerdos entre 30 y 90 kg. Aunque se emplearon números inadecuados de cerdos para los análisis estadísticos, los resultados generales del estudio indican que hasta 44 por ciento, de harina de yuca puede utilizarse para reemplazar al maíz sin causar una reducción en el comportamiento general. El nivel más alto de substitución (66%) causó tanta reducción en las ganancias como en la eficiencia de conversión de alimento.

El ensilaje de yuca fue utilizado por Castillo et al. (1964) para reemplazar el maíz en las dietas para cerdos en crecimiento. El ensilaje de yuca constituyó 40 por ciento de la dieta y los ingredientes restantes fueron añadidos para suministrar una dieta similar a la dieta testigo a base de maíz. Debido al bajo nivel de proteína cruda presente en el ensilaje de yuca, niveles más altos de proteína suplementaria fueron suministrados por proteína de un valor nutritivo más alto, lo cual resultó en una dieta final de una calidad proteica más alta que la suministrada por la dieta testigo a base de maíz. Aunque el comportamiento de todos los cerdos del estudio fue relativamente bajo, los cerdos que fueron alimentados con una dieta de ensilaje de yuca ganaron más rápidamente y requirieron menos alimento que aquellos alimentados con la dieta de maíz. En la opinión de los autores, el ensilaje de yuca es un alimento satisfactorio para los cerdos en crecimien-

Extensos estudios sobre el valor de la yuca dulce, en forma de harina seca, yuca fresca y ensilaje de yuca como alimentos para cerdos en sistemas de producción que incluyen todos los ciclos de vida de los mismos, se han llevado a cabo en la estación de Palmira del Instituto Colombiano Agropecuario en colaboración con el Centro Internacional de Agricultura Tropical (Maner y Buitrago, 1964; Maner y Jiménez, 1967; Maner, Buitrago y Jiménez, 1967; Maner, Buitrago y Gallo, 1970; Maner, 1971; Maner y Daniels, 1970; Mesa y Maner, 1971).

La yuca utilizada en los estudios 1, 2, 3 y 5 fue una mezcla de diferentes variedades comúnmente utilizadas para consumo humano y fue cosechada en la estación experimental de Palmira del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). La yuca utilizada en los experimentos 4, 6, 7 y 8 fue de la variedad "Llanera" de alto rendimiento, cultivada en la misma estación. La yuca fresca fue cosechada dos o tres veces por semana para prevenir la fermentación y asegurar así un alimento palatable. La yuca fue lavada después de cosechada para quitarle la tierra y molida diariamente según las necesidades. Para los estudios iniciales la yuca fue tajada usando un machete y posteriormente una máquina picadora. La harina de yuca fue preparada con yuca fresca picada, secada de 24 a 36 horas en un horno de aire forzado a 180°F o secada al sol en capas delgadas en bandejas grandes y después moliendo el material seco.

Alimentación de Cerdos en Crecimiento y Acabado

1. Yuca Fresca

La yuca fresca tajada o picada y los suplementos proteicos para todos los ensayos en crecimiento y acabado se suministraron en comederos automáticos. La yuca no consumida por los cerdos 24 horas después del suministro fue recogida, pesada y descartada.

Experimento 1: Quince cerdos Duroc con un peso promedio de 18.1 kg fueron utilizados en un experimento con un diseño completamente al azar. Los cerdos fueron asignados a tres grupos de tratamiento, con base en el sexo y la camada y mantenidos en pastoreo en lotes de pasto pangola. Cada lote fue equipado con un techo de paja para proporcionar sombra sobre una plancha de concreto. Se suministró agua y alimento de acuerdo con el tratamiento en comederos y bebederos automáticos. Los tres tratamientos fueron:

1. Dieta basal de maíz común, torta de soya, torta de algodón, harina de huesos y premezcla de vitaminas y minerales menores ofrecida a voluntad.
2. Yuca cruda tajada suministrada a voluntad y un suplemento proteico también ofrecido a voluntad.
3. Yuca cruda tajada suministrada a voluntad y un suplemento proteico suministrado diariamente en cantidades suficientes para suplir los requerimientos mínimos diarios.

La composición de la dieta basal y el suplemento proteico aparecen en el cuadro 10. La dieta basal fue calculada para contener 16 por ciento de proteína cruda, pero el análisis de laboratorio indicó un nivel de 19.81 por ciento y el suplemento proteico contenía 42.88 por ciento de proteína (Cuadro 11). La yuca contenía 63.75 por ciento de humedad y 1.04 por ciento de proteína cruda.

Cuadro 10. Composición de la dieta basal y suplemento proteico utilizados en los experimentos 1 y 2

Ingredientes (%)	Dieta basal	Suplemento proteico
Torta de soya	10.59	61.50
Torta de algodón	3.53	20.53
Maíz	81.33	-
Harina de huesos	2.00	7.90
Premezcla de vitaminas y minerales ^{1/}	2.55	10.07
Total	100.00	100.00

^{1/} Esta premezcla suministró 2500 U.I. vitamina A; 250 U.I. vitamina D; 2.5 mg riboflavina; 12.5 mg niacina; 7.5 mg ácido pantoténico; 125 mg cloruro de colina; 16.5 mg vitamina B₁₂; 50 mg clorotetraciclina; 51.5 mg Mn; 2 mg Co; 4.4 mg Cu; y 45.4 mg Zn por kg de alimento final en la dieta control. En el suplemento proteico se agregó aproximadamente cuatro veces esta cantidad.

Buitrago, J.A. 1964.

Cuadro 11. Análisis próximo de la dieta basal, suplemento proteico y yuca utilizados en los experimentos 1 y 2

	Fuente		
	Dieta basal	Suplemento proteico	Yuca
	%	%	%
Humedad	10.84	8.60	63.76
Proteína	19.81	42.88	1.04
Fibra	3.86	4.40	1.06
Extracto etéreo	4.64	1.67	0.26
Ceniza	6.37	14.85	0.86
Extracto no nitrogenado	51.11	20.74	32.02

Los datos de comportamiento aparecen en el cuadro 12 y en la figura 1. Tanto los cerdos que recibieron la dieta control como los que recibieron la yuca cruda más suplemento proteico a voluntad mostraron una tasa satisfactoria de crecimiento y conversión alimenticia. El grupo que recibió yuca cruda con cantidades de suplemento proteico controladas para satisfacer los requerimientos mínimos del cerdo (Cuadro 13) creció más despacio que el grupo al que se le suministró la dieta testigo y que el que recibió yuca cruda más suplemento a voluntad. La eficiencia de conversión alimenticia no fue diferente entre los dos grupos alimentados con yuca; estos dos mostraron mayor eficiencia que el grupo alimentado con la dieta testigo de maíz y soya.

Los cerdos a los que se les suministró yuca tajada y suplemento proteico a libre escogencia consumieron mucho más proteína de la requerida normalmente (Figuras 2 y 3). Estos cerdos consumieron una dieta que contenía un promedio de 25.3% proteína durante la semana inicial del experimento. El nivel de consumo de proteína, resultado de un consumo excesivo de suplemento proteico y la reducción concomitante del consumo de yuca, se redujo en forma gradual de 25.3 a 16.9 por ciento aproximadamente durante las semanas finales de los 112 días del ensayo.

Estos datos indican que los cerdos consumieron el suplemento proteico para satisfacer parcialmente sus necesidades energéticas diarias puesto que el nivel diario de consumo de yuca fresca tajada no era suficiente para satisfacerlas.

Experimento 2: Quince cerdos Duroc con un promedio de peso corporal de 17.8 kg, fueron asignados al azar a los tratamientos descritos en el experimento 1. Este experimento fue una repetición del Experimento 1 con la excepción de que los cerdos fueron alimentados en confinamiento y sin acceso a pastoreo.

Cuadro 12. Comportamiento de cerdos alimentados con dieta basal o yuca cruda y suplemento proteico. Experimento 1

Parámetros ^{1/}	Dieta basal	Yuca cruda+ suplemento ^{2/} a voluntad	Yuca cruda+ suplemento ^{2/} controlado
Prom. aumento diario, kg	0.765	0.774	0.730
Prom. consumo diario, yuca húmeda, kg	-	3.66	3.84
Prom. consumo diario, yuca seca, kg ^{3/}	-	1.47	1.53
Prom. consumo diario, suplemento, kg	-	0.92	0.75
Prom. consumo diario, total, kg ^{3/}	2.69	2.39	2.28
Alimento/unidad de aumento (Eficiencia alimenticia)	3.52	3.09	3.12

1/ Cinco cerdos por tratamiento; experimento de 112 días; promedio de peso inicial, 19.1 kg; promedio de peso final, 102.8 kg.

2/ Suplemento proteínico con 43% de proteína cruda.

3/ Consumo expresado en base a 10% de humedad.

Buitrago, J.A. 1964.

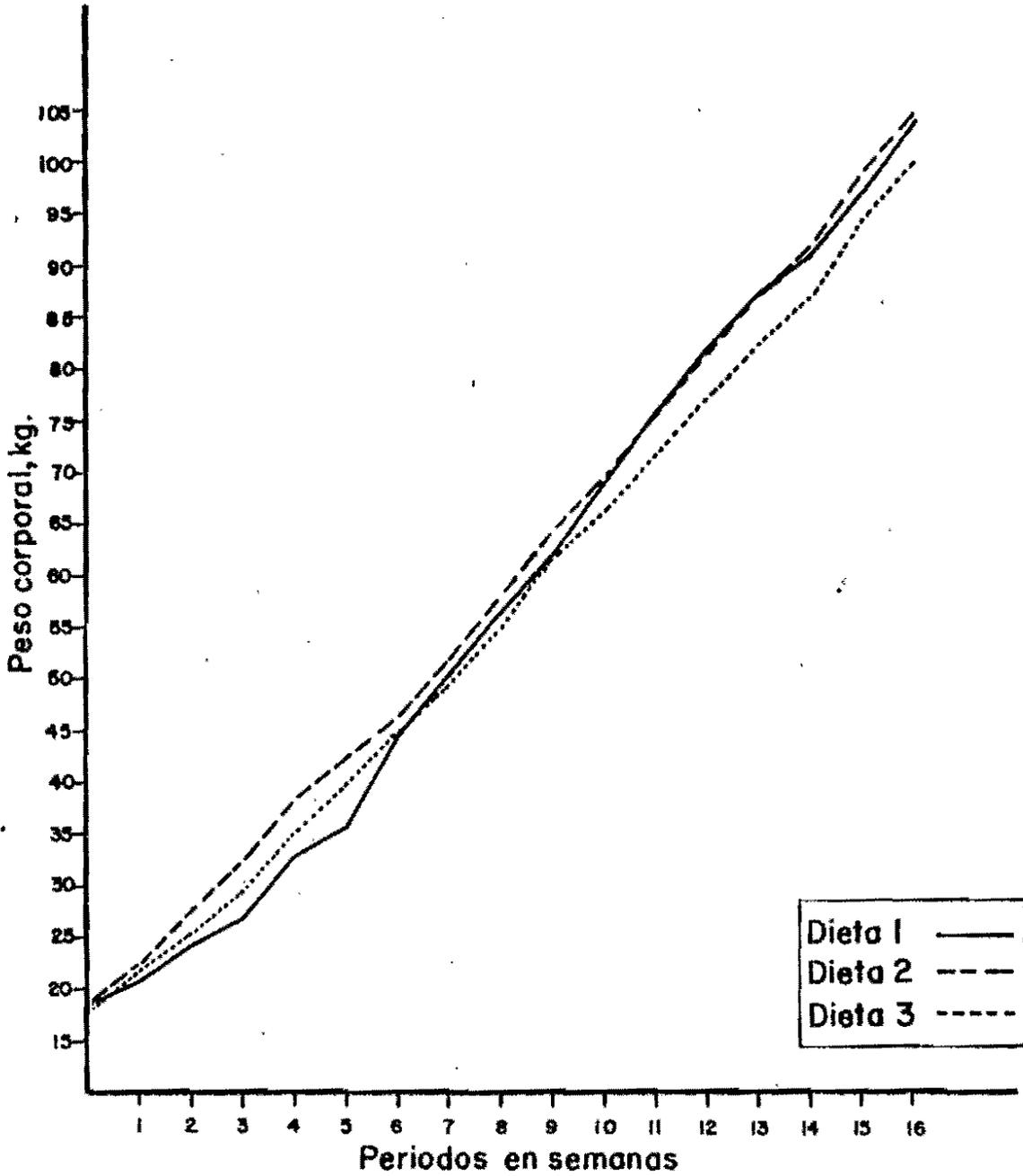


Figura I. CURVAS DE CRECIMIENTO EN EXPERIMENTO I.

Cuadro 13. Nivel de suplemento proteico suministrado a cerdos en consumo proteico controlado basado en el peso corporal ^{1/}

Peso del cerdo	Requerimiento individual diario de proteina	Cantidad de suplemento proteico (42.88%) para llenar requerimientos diarios
25	0.227	0.529
30	0.250	0.583
35	0.268	0.625
40	0.291	0.679
45	0.313	0.730
50	0.327	0.763
55	0.341	0.795
60	0.350	0.816
65	0.363	0.846
70	0.377	0.879
75	0.390	0.910
80	0.404	0.942
85	0.419	0.977
90	0.434	1.012
95	0.445	1.038
100	0.463	1.080

^{1/} Cantidad suministrada por cerdo en el tratamiento 3 de los experimentos 1 y 2.

Figura 2. PROMEDIO DE CONSUMO DIARIO DE YUCA Y SUPLEMENTO PROTEICO OFRECIDO A VOLUNTAD

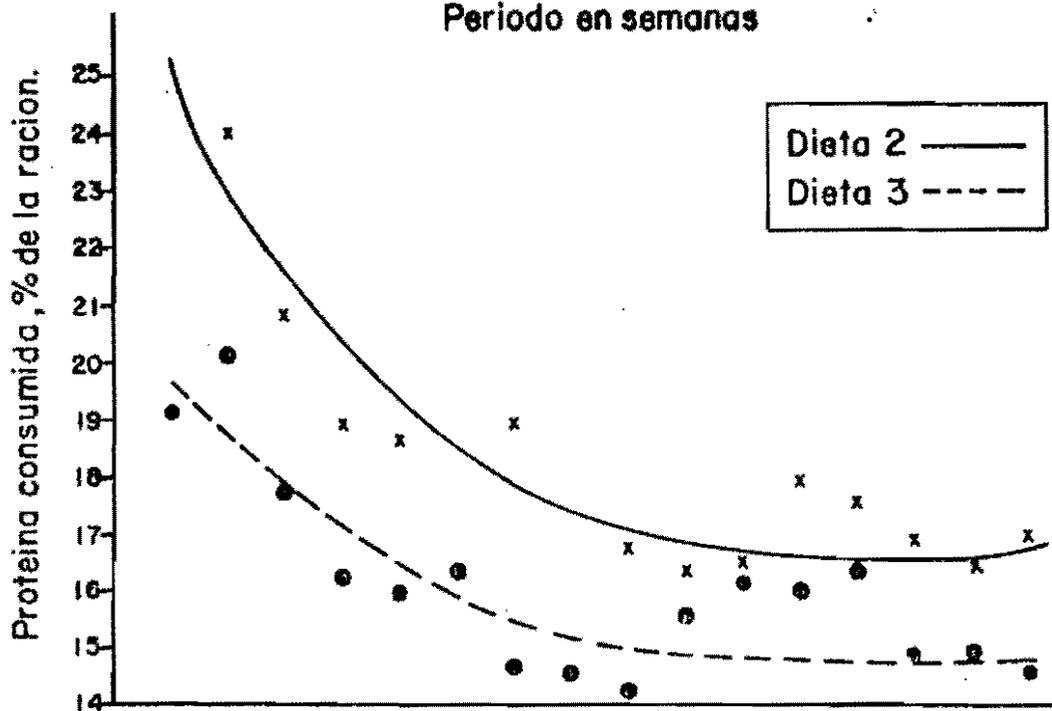
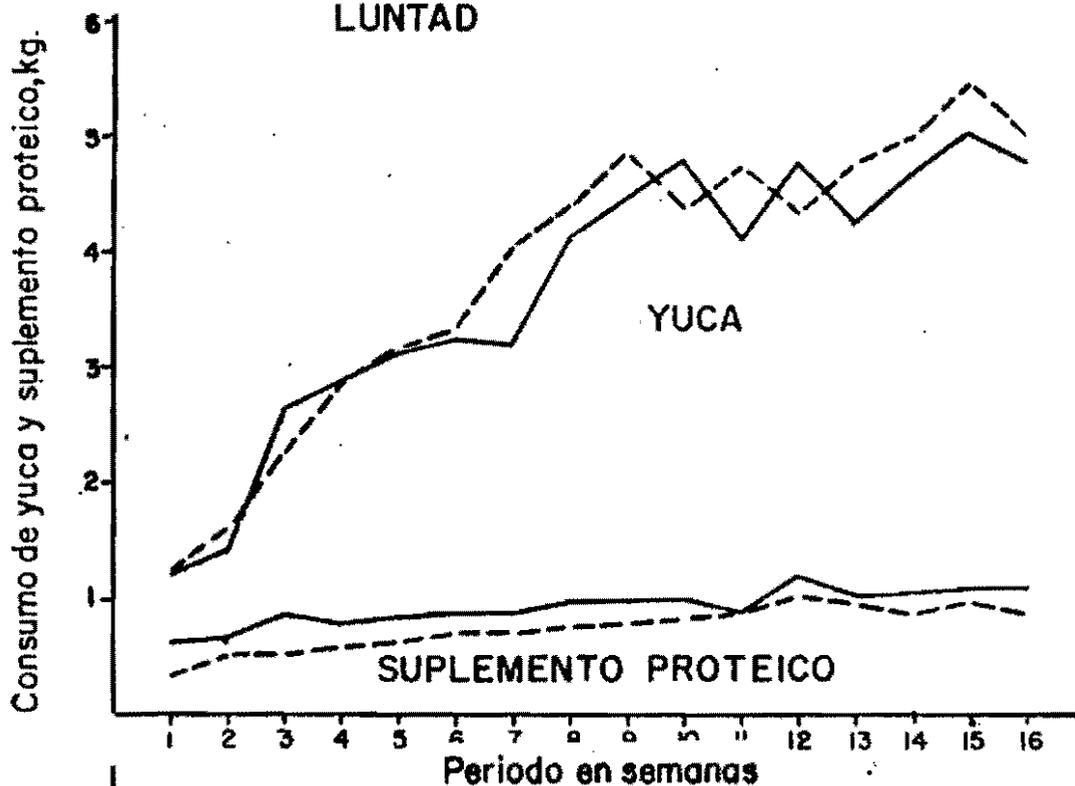


Figura 3. PORCENTAJE DE PROTEINA CONSUMIDA BASADO EN EL CONSUMO TOTAL DE YUCA Y SUPLEMENTO PROTEICO

Los datos de comportamiento aparecen en el Cuadro 14. Las tasas de crecimiento del grupo basal y del grupo de yuca con suplemento a libre escogencia fueron muy similares, 0.843 y 0.834 kg de aumento diario, respectivamente. La eficiencia de utilización de alimento no fue muy diferente para los dos grupos. El grupo que recibió yuca más una cantidad controlada de suplemento proteico (Lote 3) consumió menos yuca fresca y solamente 0.75 kg de suplemento proteico diario comparado con 1.17 kg consumidos por el grupo de libre escogencia. Como resultado, este grupo tuvo un 4.7 por ciento menos de aumento diario, pero requirió 15.9 por ciento menos de alimento total para producir un kilo de ganancia cuando se comparó con el grupo de libre escogencia. El efecto de suministrar la proteína controlada resulta en una restricción del total de alimento consumido lo cual, según se ha demostrado, mejora la eficiencia alimenticia.

Las curvas de crecimiento de los tres grupos de tratamientos (figura 4) demuestran que los cerdos que consumieron tanto yuca como suplemento con 42.88 por ciento de proteína a libre escogencia aumentaron tan rápidamente como aquellos que recibieron la dieta testigo a base de maíz y soya.

Aunque la tasa de crecimiento fue igual, los cerdos consumieron voluntariamente una ración excesiva de proteína cuando se alimentaron con yuca (figuras 5 y 6). Las razones de este consumo excesivo de suplemento proteico observado en este experimento así como en el experimento 1 no son aparentes. Estos datos pueden indicar que la capacidad estomacal del cerdo no es suficientemente grande para consumir la cantidad necesaria de yuca fresca para llenar los requerimientos energéticos diarios y así las necesidades energéticas se llenan con un consumo excesivo de suplemento proteico o que el consumo de yuca es bajo debido al mal sabor de la yuca fresca.

Cuadro 14. Comportamiento de cerdos alimentados con dieta basal o yuca cruda y suplemento proteico. Experimento 2.

Parámetros ^{1/}	Basal	Yuca cruda+ suplemento ^{2/} a voluntad	Yuca cruda+ suplemento ^{2/} controlado
Prom. aumento diario, kg	0.843	0.834	0.794
Prom. consumo diario, yuca fresca, kg	-	4.05	3.89
Prom. consumo diario, yuca seca, kg ^{3/}	-	1.63	1.57
Prom. consumo diario, suplemento, kg	-	1.17	0.73
Prom. consumo diario, total, kg ^{3/}	2.89	2.80	2.30
Alimento/unidad de aumento (Eficiencia alimenticia)	3.43	3.36	2.90

1/ Cinco cerdos por tratamiento; experimento de 98 días; promedio inicial peso, 17.8 kg; promedio de peso final, 98.6 kg.

2/ Suplemento proteínico con 43% de proteína cruda.

3/ Total expresado aproximadamente en base al 10% de humedad.

Buitrago, J.A. 1964.

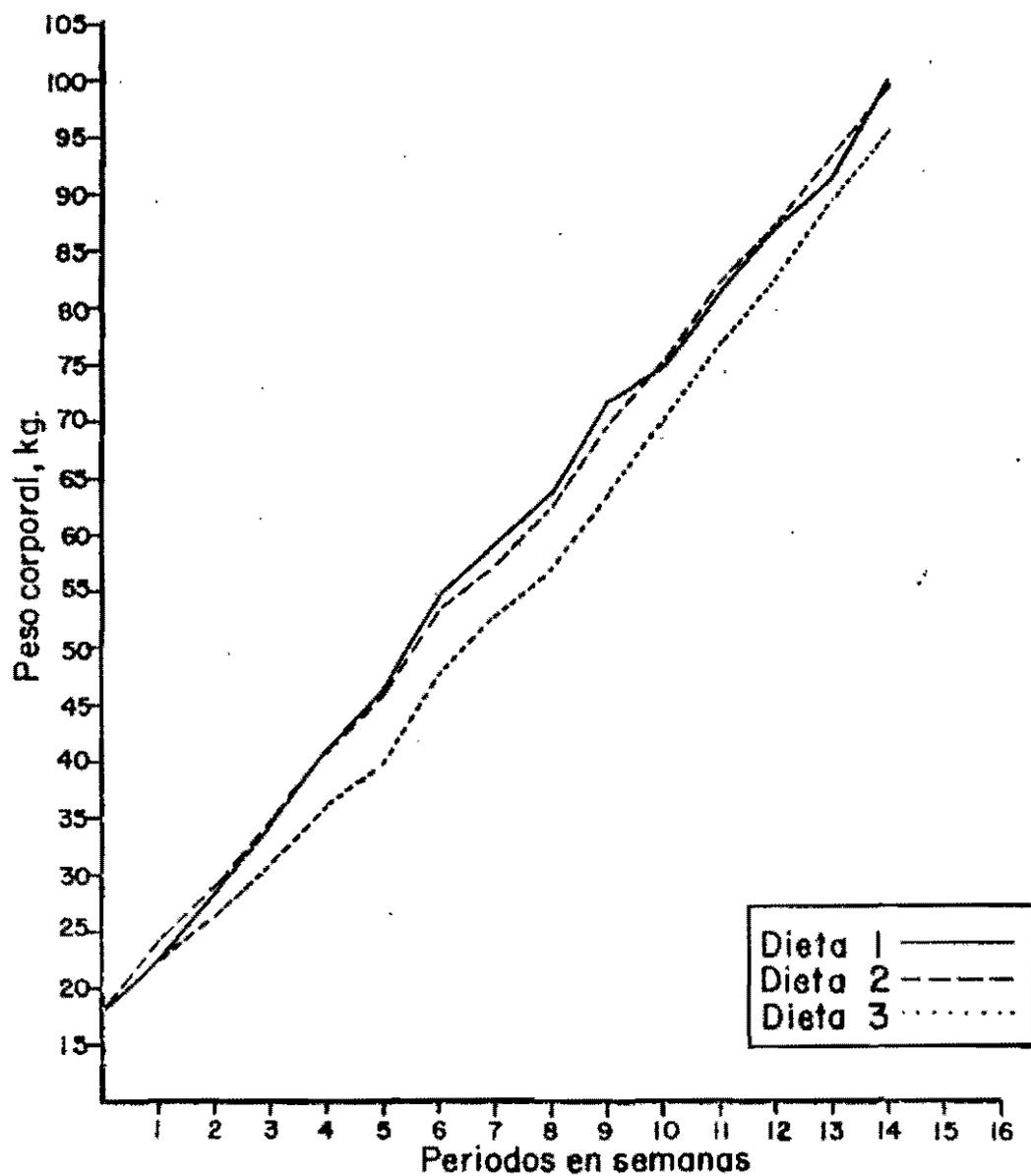


Figura 4. CURVAS DE CRECIMIENTO EN EXPERIMENTO 2.

Figura 5. PROMEDIO DE CONSUMO DIARIO DE YUCA Y SUPLEMENTO PROTEICO OFRECIDOS A VOLUNTAD.

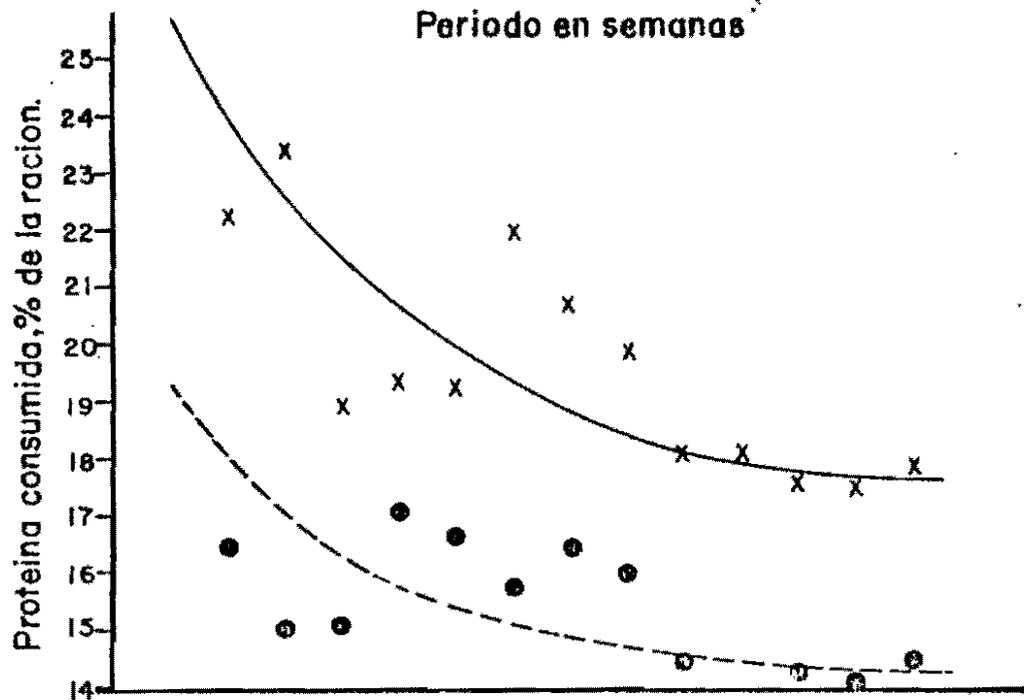
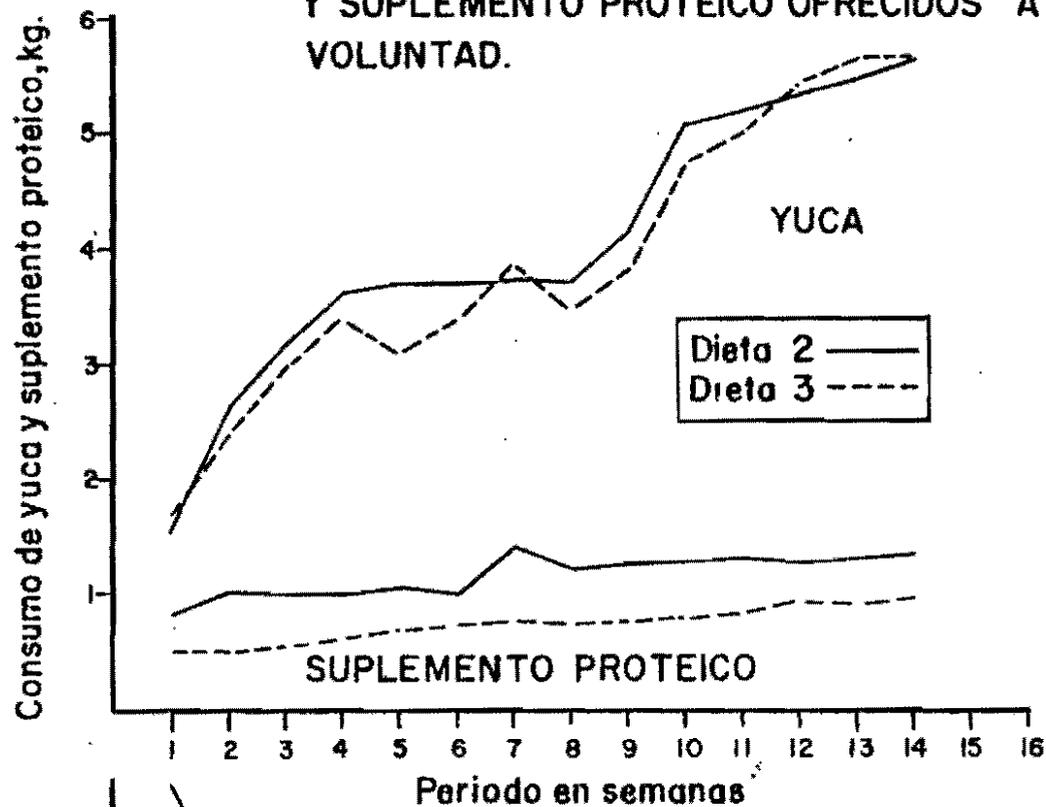


Figura 6. PORCENTAJE DE PROTEINA CONSUMIDA BASADO EN EL CONSUMO TOTAL DE YUCA Y DE SUPLEMENTO PROTEICO.

Aquellos cerdos alimentados con cantidades controladas de suplemento proteico (grupo 3) crecieron a una tasa ligeramente más lenta pero convirtieron el alimento más eficientemente y consumieron una dieta más baja en proteína. La reducción del consumo diario de suplemento proteico, sin embargo, no aumentó el consumo diario de yuca fresca. La eficiencia mejorada de la conversión de alimento del grupo 3 podría ser el resultado de una alimentación restringida y/o la utilización más eficiente del suplemento proteico asociado con la eliminación del exceso de nitrógeno.

Experimento 3: Noventa y seis cerdos Duroc y Duroc-Landrace cruzados, con un peso promedio de 23 kg fueron divididos de acuerdo a su peso, sexo, camada y condición en 12 grupos de 8 cerdos cada uno. Estos grupos resultantes fueron entonces asignados a seis tratamientos, cada uno con dos repeticiones. Cada grupo fue alimentado con suficiente yuca fresca tajada diariamente para permitir el consumo voluntario y antes de ofrecer yuca adicional al día siguiente, la sobrante del día anterior fue pesada y descartada. Dos suplementos proteicos básicos fueron comparados con dos niveles de suplementación de vitaminas y minerales menores (Cuadro 15). Una combinación de torta de algodón y torta de soya fue comparada con la torta de soya sola, ambos con un nivel normal de suplementación de vitaminas y minerales menores y con el doble de este nivel normal. Los suplementos 2 y 5 fueron ofrecidos a voluntad (Tratamientos 3 y 6) calculados para exceder en 10 por ciento (Cuadro 16) los requerimientos proteicos diarios del cerdo (National Research Council, 1964).

Los cerdos fueron alojados en lotes de concreto de 2.5 x 8 metros durante el período experimental de 84 días y los cambios de peso corporal y consumo de suplemento proteico fueron registrados para cada lote con intervalos semanales. El consumo de yuca se registró diariamente.

Cuadro 15. Composición de suplementos proteicos suministrados con yuca
cruda a cerdos en crecimiento-acabado. Experimento 3

Ingredientes (%)	1	2	3	4	5	6
Torta de soya	65.00	64.00	64.00	90.00	88.00	88.00
Torta de algodón	25.00	24.00	24.00	-	-	-
Harina de huesos	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Premezcla vitaminas y minerales <u>1/</u>	2.00	4.00	4.00	2.00	4.00	4.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

1/ Esta premezcla suministró 3 mg riboflavina; 11 mg ácido pantoténico; 125 mg cloruro de colina; 16.5 mg vitamina B₁₂; 250 U.I. vitamina D; 2500 U.I. vitamina A; 51.5 mg de Mn; 4.4 mg Cu; 2 mg Co; 45.5 mg Zn; y 5 mg clorotetraciclina por kg de alimento final.

Maner, J.H., I. Jiménez y J. Buitrago. 1966. Información sin publicar.

Cuadro 16. Nivel de suplemento proteico suministrado a cerdos en consumo proteico controlado basado en el peso corporal ^{1/}

Peso del cerdo	Requerimiento diario de proteína más 10%	Nivel de suplemento suministrado diariamente
kg	kg	kg
25	0.250	0.582
30	0.275	0.641
35	0.295	0.688
40	0.320	0.747
45	0.344	0.803
50	0.360	0.839
55	0.375	0.875
60	0.385	0.898
65	0.400	0.931
70	0.415	0.967
75	0.429	1.001
80	0.444	1.036
85	0.461	1.075
90	0.477	1.113
95	0.490	1.142
100	0.509	1.188

^{1/} Cantidad suministrada por cerdo en tratamientos 3 y 6 del experimento 3.

Los datos de comportamiento aparecen en el Cuadro 17. El aumento promedio diario y las curvas de crecimiento (figura 7) fueron similares para todos los grupos alimentados con cualquiera de los suplementos proteicos a libre escogencia. No hubo una ventaja consistente al agregar niveles más altos que los niveles recomendados de vitaminas y minerales menores. El aumento promedio obtenido en los grupos alimentados con yuca y con cantidades diarias de suplemento proteico controlado no fue diferente entre tratamientos, pero fue inferior al registrado en cerdos que recibieron cantidades de cualquier suplemento a voluntad.

El consumo promedio diario de yuca fresca fue similar variando solo en 480 gramos entre el promedio más alto y el más bajo de consumo diario (3.89 a 3.41) como lo indica el Cuadro 17 y figura 8. El mayor consumo diario de suplemento proteico se observó entre los grupos alimentados a voluntad con la combinación de torta de algodón y torta de soya, cuando se compararon con los grupos que consumieron voluntariamente el suplemento que contenía solo torta de soya. Como resultado de este mayor consumo diario los grupos de torta de algodón más torta de soya requirieron más alimento total (yuca + suplemento) para producir una unidad de ganancia. El alimento requerido para producir una unidad de ganancia no fue diferente entre los grupos de torta de soya ni entre los grupos que recibieron cantidades controladas de cualquier suplemento.

Se observó que el cerdo balanceó de manera aceptable su dieta cuando se le ofreció yuca fresca tajada y suplemento proteico a libre escogencia (Cuadro 17). Cuando se empezó a suministrar esta dieta a los cerdos jóvenes, estos consumieron un exceso de suplemento proteico como indica la figura 9. Al limitar el consumo diario de suplemento proteico a un nivel calculado para

Cuadro 17. Influencia de la fuente de proteína y el nivel de premezcla de vitaminas y minerales suministrando yuca cruda a cerdos en crecimiento-acabado. Experimento 3.

Fuente de proteína Vitamina - Suplemento Min.: Método suministrado;	TS + TA			TS		
	Normal a voluntad	2 X Normal a voluntad	2 X Normal control	Normal a voluntad	2 X Normal a voluntad	2 X Normal control
Aumento diario, kg <u>1/</u>	0.687	0.657	0.614	0.627	0.661	0.618
Consumo diario yuca fresca, kg	3.89	3.65	3.50	3.41	3.67	3.60
Consumo diario yuca seca, kg	1.38	1.30	1.25	.121	1.31	1.28
Consumo diario, suplemento, kg	0.83	0.93	0.67	0.70	0.73	0.61
Consumo diario, total, kg <u>2/</u>	2.21	2.23	1.92	1.91	2.04	1.89
Alimento/unidad aumento, kg <u>2/</u>	3.22	3.38	3.10	3.03	3.07	3.06
Porcentaje de pro- teína en la dieta, % <u>2/</u>	17.20	18.60	15.80	17.50	17.40	15.40

1/ Diez y seis cerdos por tratamiento, ocho cerdos en cada una de las dos replicaciones; experimento de 84 días; promedio de peso inicial, 23.0 kg.

2/ Yuca calculada en base al 10% de humedad.

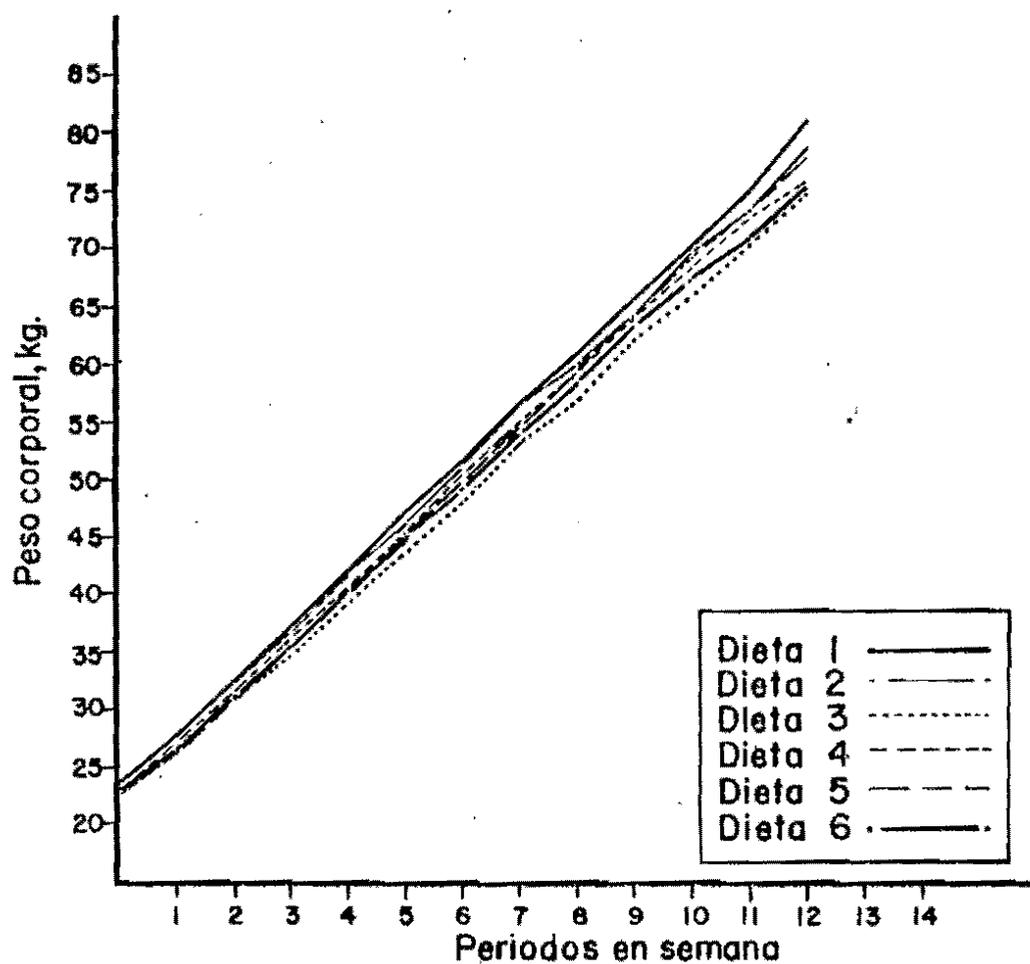


Figura 7. CURVAS DE CRECIMIENTO EN EL EXPERIMENTO 3

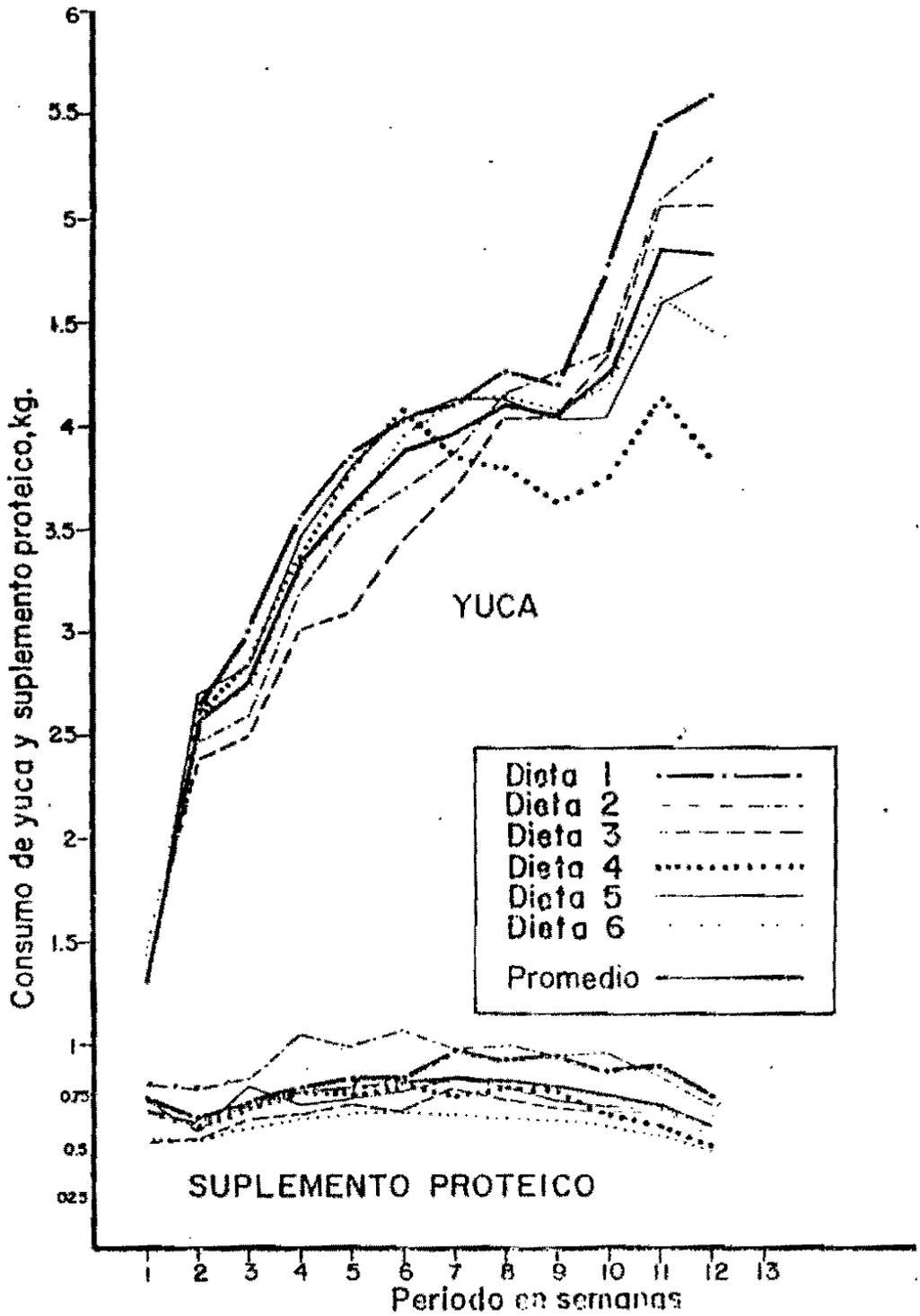


Figura 8. PROMEDIO DE CONSUMO DIARIO DE YUCA Y SUPLEMENTO PROTEICO OFRECIDOS A VOLUNTAD.

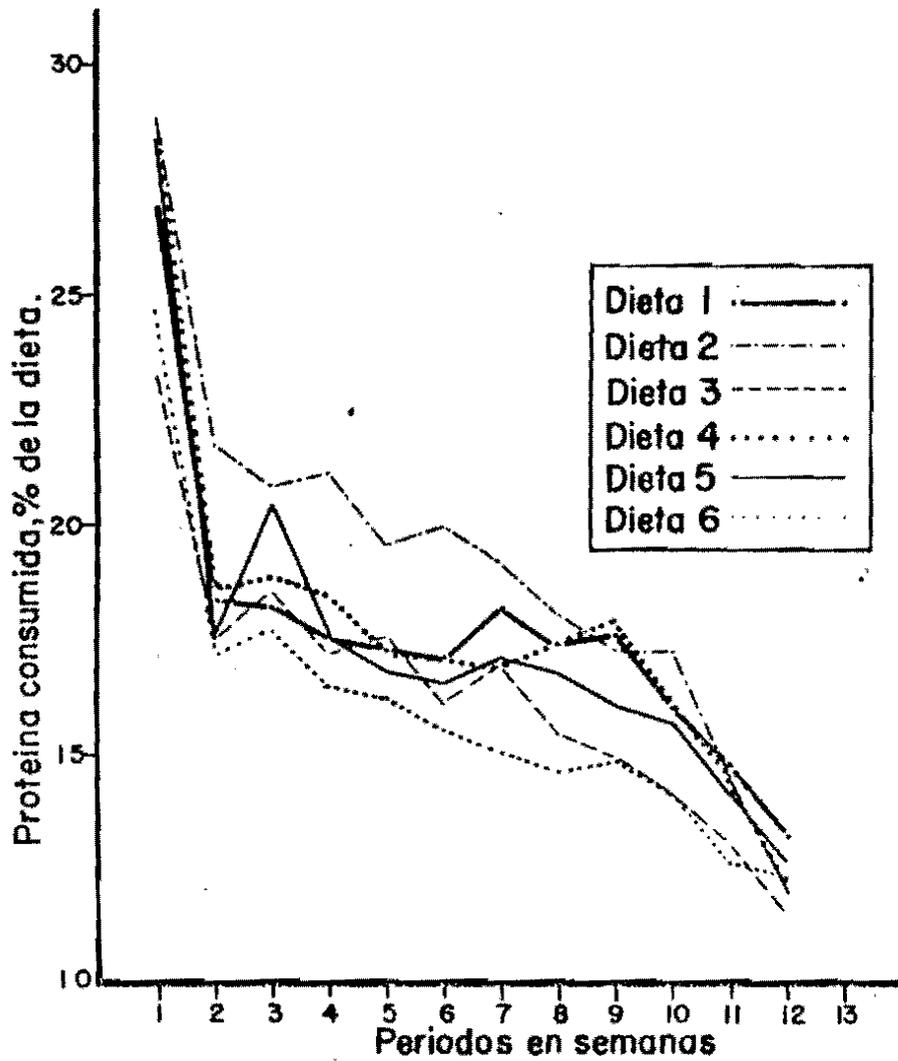


Figura 9. PORCENTAJE DE PROTEINA COMSUMIDA BASADO EN EL CONSUMO TOTAL DE YUCA Y SUPLEMENTO PROTEICO

suplir 10 por ciento más de los requerimientos publicados por el National Research Council no se registró un aumento en el consumo diario de yuca. Estos datos confirman los resultados de los estudios previos los cuales parecen indicar que el cerdo no consumirá más de 4 kg diarios en promedio durante el período de crecimiento y acabado. El cerdo tiende a consumir más proteína cuando el porcentaje se calcula para un período experimental completo. Este exceso de consumo es, sin embargo, básico aunque no completamente, el resultado del consumo excesivo durante las primeras etapas del ensayo de alimentación. En general, el consumo voluntario diario de yuca fresca aumenta progresivamente desde el destete hasta el peso de mercado, y el consumo voluntario diario de proteína permanece casi constante durante todo el período (figura 8).

Experimento 4: Los tres primeros ensayos demostraron la efectividad de la torta de soya sola o en combinación con la torta de algodón como suplemento proteico para cerdos en crecimiento y acabado alimentados con yuca fresca tajada. Sin embargo, estos ingredientes no se encuentran universalmente disponibles, especialmente en los trópicos bajos. Este experimento fue conducido para evaluar una gran variedad de fuentes potenciales de proteína como suplementos de yuca para extender la aplicabilidad de estos estudios.

Cuarenta y ocho cerdos Duroc x Landrace con un peso promedio inicial de 19.2 kg fueron asignados al azar de acuerdo con su peso, sexo y camada a seis tratamientos con dos repeticiones cada uno. Los cerdos fueron alojados en confinamiento en concreto y se suministró agua a voluntad en bebederos automáticos. La yuca se suministró fresca diariamente y fue molida en una picadora antes de ser colocada en los comederos automáticos. Los seis suplementos proteicos del experimento probados fueron también suministrados a libre escogencia

en comederos separados. La composición de los suplementos utilizados y los análisis de laboratorio para proteína cruda para cada uno aparecen en el Cuadro 18. El consumo de yuca fresca por lote se registró diariamente y los cambios en el peso corporal y consumo de suplemento proteico se registraron con intervalos de dos semanas. Los cerdos se mantuvieron en estas dietas experimentales por 111 días y pesaron un promedio de 95 kilos cada uno a la terminación del ensayo.

Los cerdos alimentados con yuca fresca picada con un suplemento proteico de buena calidad presentaron un comportamiento similar y satisfactorio (Cuadro 19 y Figura 10). Las tasas más altas de crecimiento fueron obtenidas de los suplementos que contenían combinaciones de torta de soya, harina de carne y sangre o harina de carne, sangre y torta de algodón. Se obtuvieron comportamientos inferiores pero no significativamente diferentes en los cerdos que consumieron harina de carne sola o una combinación de harina de pescado y torta de algodón. Se registraron aumentos significativamente menores cuando la torta de algodón se administró como única fuente de proteína. Los resultados del suplemento de torta de algodón son de esperarse puesto que la torta de algodón es deficiente en lisina y puede contener niveles de un pigmento llamado gossipol, el cual es tóxico para el cerdo.

El consumo promedio diario de yuca fresca molida fue similar entre la mayoría de los grupos (Cuadro 19 y Figura 11) excepto en los grupos que recibieron la harina de carne y torta de algodón y correspondieron casi a 4 kg de consumo diario previamente observado en otros estudios. La razón para un consumo más bajo de estos dos grupos no se aprecia fácilmente, especialmente en el grupo alimentado con harina de carne; sin embargo, el consumo más bajo registrado por el grupo alimentado con torta de algodón podría estar relacionado con la calidad de proteína del suplemento.

Cuadro 18. Composición de concentrados proteicos para suplementar dietas a base de yuca fresca para cerdos en crecimiento y acabado.

Experimento 4

Ingredientes (%)	Suplementos proteicos					
	1	2	3	4	5	6
Maíz	11.20	26.80	11.20	33.00	25.00	29.60
Torta de soya	78.10	-	-	-	-	-
Harina de carne	-	70.50	-	44.30	21.30	-
Harina de sangre	-	-	-	20.00	20.00	-
Torta de algodón	-	-	78.10	-	30.00	30.00
Harina de huesos	8.00	-	8.00	-	1.00	1.00
Vitaminas y minerales ^{1/}	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70
Harina de pescado	-	-	-	-	-	36.70
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Análisis Prot. cruda, %	43.00	39.44	37.75	48.50	44.69	40.25

^{1/} La premezcla vitamínica y mineral suministró las cantidades siguientes por kilo de dieta final: vitamina A, 2633 U.I.; vitamina D₃, 287 U.I.; riboflavina, 4.6 mg; ácido pantoténico, 10.12 mg; niacina, 33.75 mg; calcio, 1350 mg; B₁₂, 24.95 mg; Mn, 52.65 mg; Cu, 12.03 mg; Zn, 67.57 mg; clorotetraciclina, 27.35 mg y sal 6.75 g.

Maner, J.H., J.A. Buitrago y J.T. Gallo. 1970.

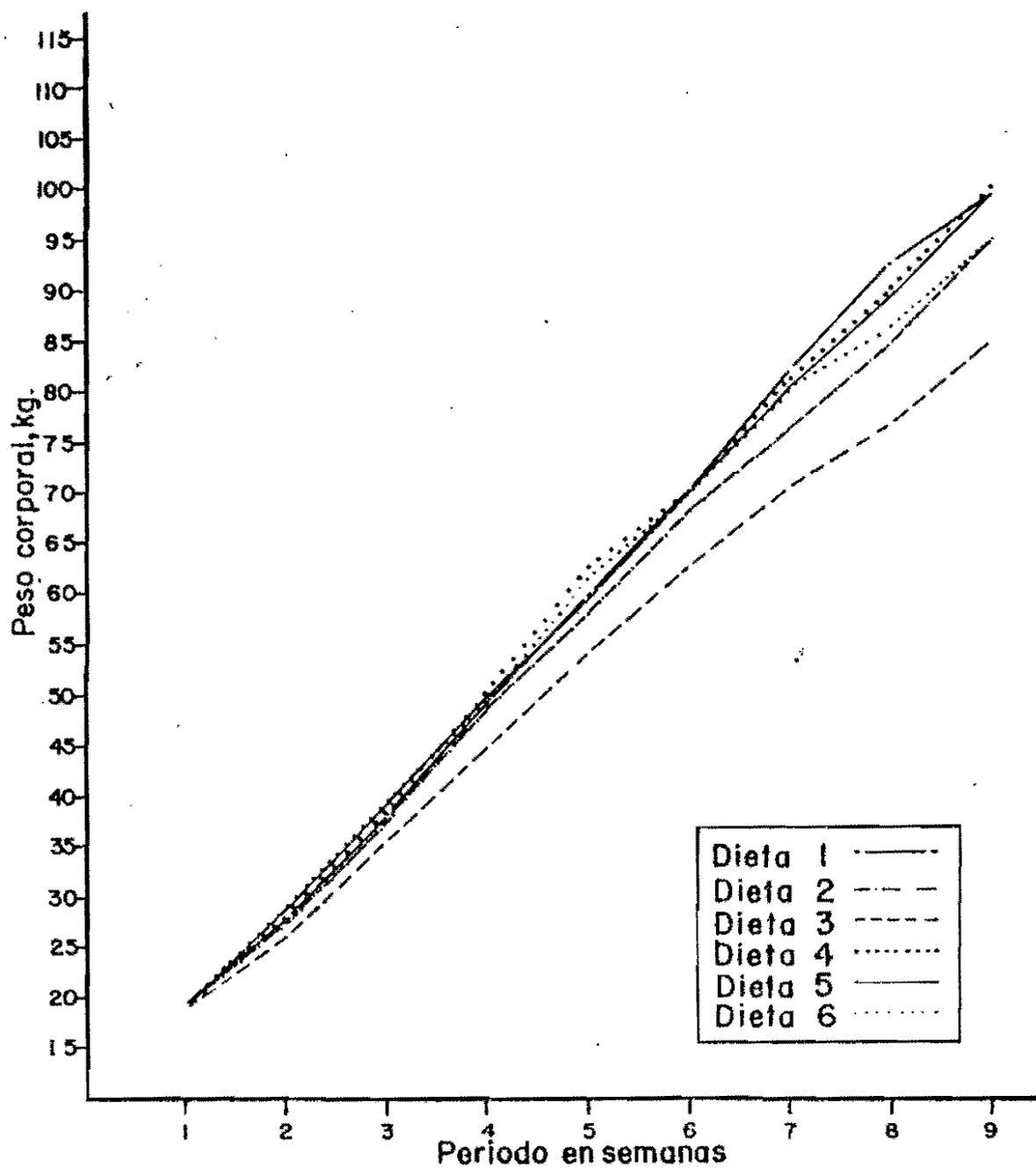


Figura 10. CURVAS DE CRECIMIENTO EN EXPERIMENTO 4.

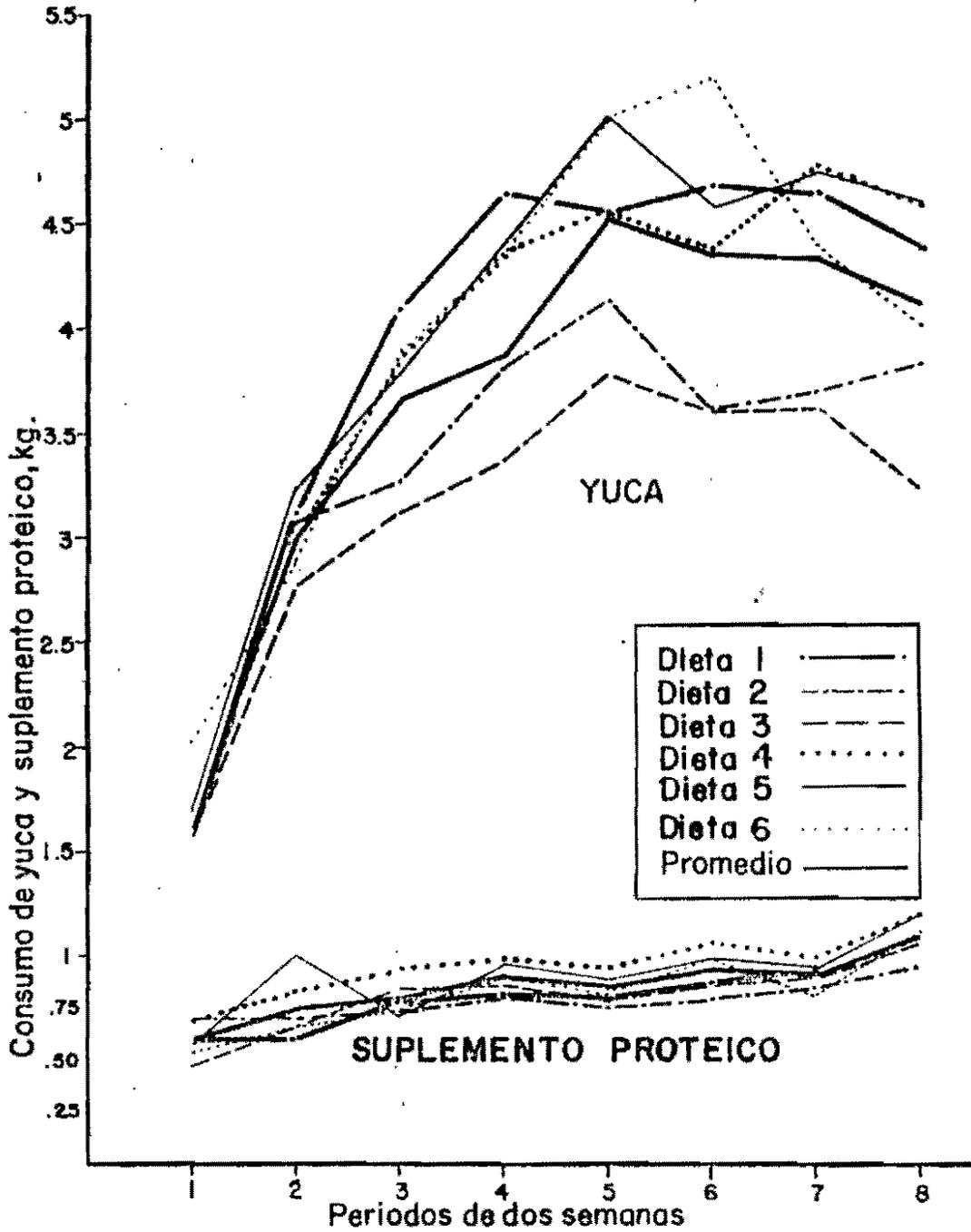


Figura. II. PROMEDIO DE CONSUMO DIARIO DE YUCA Y SUPLEMENTO PROTEICO OFRECIDO A VOLUNTAD

El consumo promedio diario del suplemento proteico fue de 0.83 kg para todos los tratamientos y similar para todos los grupos (Cuadro 19 y Figura 11), aunque ligeramente más alto para aquellos cerdos que consumieron la combinación de harina de carne y sangre o de harina de carne, sangre y torta de algodón.

El consumo diario variable de yuca y suplementos tuvo poco efecto en la conversión total de alimento la cual promedió 3.31 para todos los tratamientos. La variación en el nivel analizado de proteína en los diferentes suplementos y la variación en el consumo diario de yuca (Figura 11) tuvo, sin embargo, un efecto apreciable en el porcentaje de proteína consumida en la ración (Figura 12). Los cerdos en todos los tratamientos consumieron proteína en exceso durante el período de ensayo y especialmente durante los primeros 14 o 28 días. El consumo aumentado de la proteína observada durante los últimos 28 días del ensayo estuvo asociado con un consumo reducido de yuca. El lote sembrado de yuca utilizado al iniciar el experimento se acabó antes de finalizar el ensayo y hubo necesidad de introducir yuca de un nuevo lote. Aunque este nuevo lote fue de la misma variedad sembrada al mismo tiempo y con una composición química similar, la calidad de la yuca fue inferior. Las raíces fueron más pequeñas y más fibrosas y por consiguiente, el consumo diario se redujo notablemente en todos los lotes. Estas observaciones indican claramente la necesidad de utilizar yuca de buena calidad para un consumo máximo.

Experimento 5: El máximo consumo promedio de yuca fresca suministrada a libre consumo ha sido de 4.0 a 4.5 kg diarios por animal, durante la fase de crecimiento y acabado. Este nivel de yuca no alcanza a aportar la cantidad diaria de energía requerida por los cerdos, por lo cual se observa un

Cuadro 19. Comportamiento de cerdos en crecimiento-acabado alimentados con suplementos proteicos de diferentes fuentes de proteína.

Experimento 4

Tratamiento	Aumento de peso diario, kg	Consumo diario yuca fresca ^{1/} , kg	Consumo diario suplemento, kg	Alimento/aumento ^{2/}
Yuca fresca picada más:				
Torta de soya (TS)	0.723	4.00	0.80	3.25
Harina de carne (HC)	0.684	3.40	0.78	3.07
Torta de algodón (TA)	0.592	3.13	0.79	3.38
HC + harina de huesos (HH)	0.720	3.88	0.94	3.32
HC + HH + TA	0.724	4.00	0.90	3.38
Harina de pescado (HP) + TA	0.679	4.08	0.79	3.47
Promedio	0.687	3.75	0.83	3.31

^{1/} Expresado en base a 65% de humedad y 35% de materia seca.

^{2/} Calculado en base a 10% de humedad.

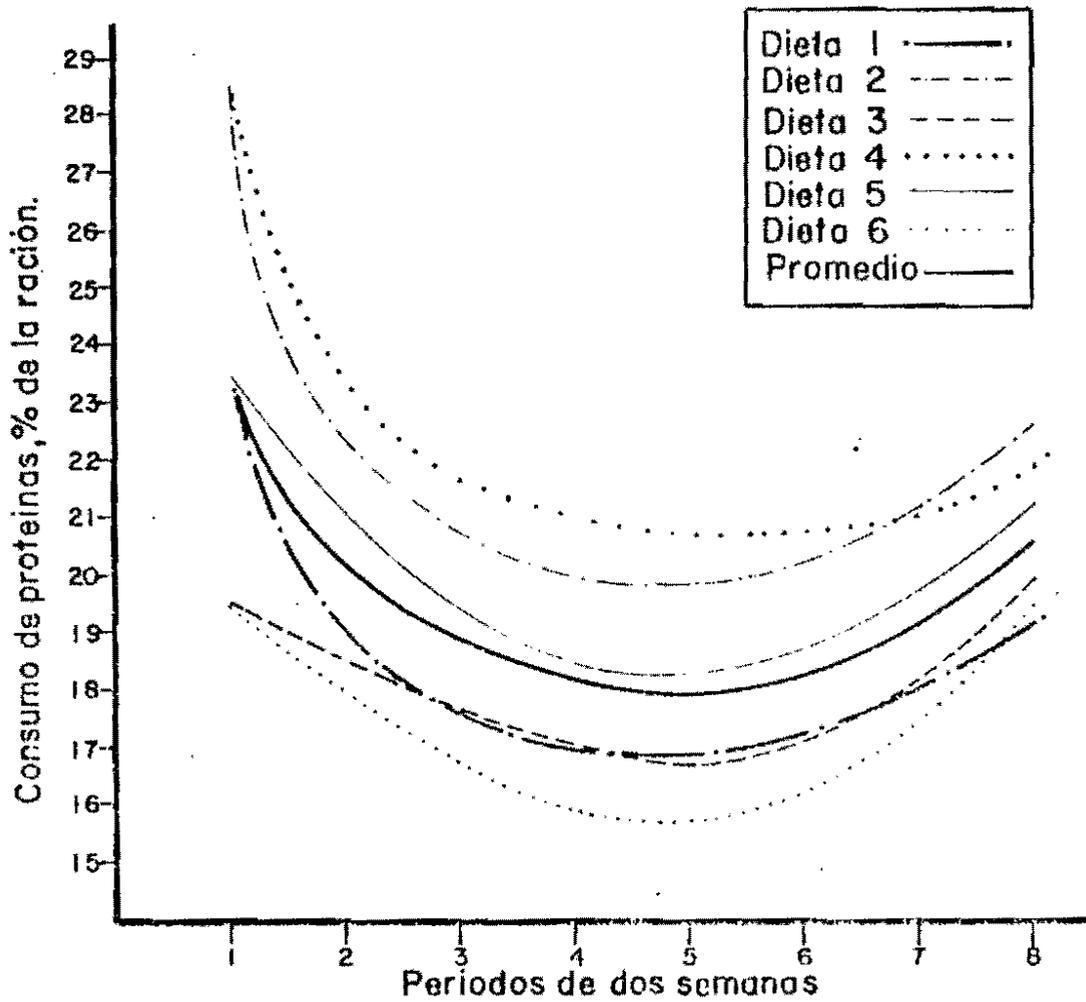


Figura 12. PORCENTAJE DE PROTEINA CONSUMIDA BASADO EN EL CONSUMO TOTAL DE YUCA Y SUPLEMENTO PROTEICO

sobre-consumo del suplemento proteico para utilizar parte de la proteina consumida como fuente de energia. Este proceso, generalmente resulta ineficiente y antieconómico. Por otra parte, cuando se controla el consumo diario de suplemento proteínico para tratar de provocar un mayor consumo de yuca, no se han logrado aumentos apreciables que satisfagan los niveles energéticos requeridos por el cerdo.

Varios factores fisiológicos o metabólicos pueden ser responsables del bajo consumo de yuca fresca y consecuentemente del alto consumo de proteina. Uno de estos factores podría estar relacionado con la palatabilidad o gustosidad de la yuca, especialmente en algunas variedades con mayor contenido de HCN, el cual incrementa su sabor amargo.

En el presente ensayo se utilizó yuca dulce fresca adicionada de azúcar o melaza de caña para observar si estos productos mejoran la palatabilidad de la yuca, incrementando su consumo.

Treinta y seis cerdos Yorkshire con peso promedio inicial de 21.9 kg fueron distribuidos al azar a los tres tratamientos siguientes, con dos replicaciones para cada tratamiento:

1. Yuca fresca picada suministrada a voluntad y un suplemento proteínico (40 por ciento de proteina) también suministrado a voluntad.
2. Yuca fresca picada adicionada de melaza (15 por ciento) a voluntad y suplemento proteínico (40 por ciento de proteina) a voluntad.
3. Yuca fresca picada adicionada de azúcar (15 por ciento) a voluntad y suplemento proteínico (40 por ciento de proteina) a voluntad.

Los cerdos fueron alojados en corrales con piso de concreto equipados con comederos y bebederos automáticos. En cada corral se ubicaron dos comederos, uno de los cuales se utilizó para suministrar yuca y el otro para

el suministro del suplemento proteínico. La yuca se picaba diariamente y se colocaba en los comederos sola o mezclada con azúcar o melaza. La composición del suplemento proteínico se incluye en el Cuadro 20. La composición proximal del suplemento proteínico y de las mezclas de yuca aparece en el Cuadro 21. Los cambios de peso, consumo alimenticio y eficiencia de conversión fueron calculados a intervalos semanales durante los 91 días del periodo experimental.

El resumen de los resultados se incluye en el Cuadro 22 y en las Figuras 13, 14 y 15. Se observó una ligera respuesta favorable en el crecimiento de los cerdos que consumieron yuca adicionada con melaza y azúcar. El consumo de yuca fue mayor en estos dos grupos, que al mismo tiempo consumieron menos proteína. Consecuentemente, el nivel de proteína expresado como porcentaje de la dieta consumida, fue menor en los grupos yuca-melaza y yuca-azúcar. Por otra parte, cuando el consumo de yuca se expresa como porcentaje de materia seca total consumida, se observa un mayor consumo en el tratamiento yuca-azúcar (64.8 por ciento), seguido por el tratamiento yuca-melaza (63.2 por ciento) y yuca sola (55.6 por ciento).

A pesar de haberse observado una mejor palatabilidad en las dietas con azúcar o melaza, el incremento en el consumo de yuca todavía no es satisfactorio y persiste la tendencia al sobre-consumo del suplemento proteínico para satisfacer parte de las necesidades energéticas.

De acuerdo a los resultados, parece que aparte del problema de palatabilidad, existen otros factores responsables del bajo consumo de yuca fresca. Probablemente otros factores físicos (humedad, volúmen) o químicos (nivel de HCN) son limitantes para lograr un aumento en el consumo de yuca fresca cuando se ofrece a voluntad.

Cuadro 20. Composición del suplemento proteínico utilizado en el Experimento 5

Ingredientes	%
Torta de soya	79.56
Maíz	8.44
Harina de huesos	10.00
Premezcla vitaminas	0.75
Premezcla minerales	1.25

Job, T. et al., 1975. Información no publicada.

Cuadro 21. Análisis proximal del suplemento proteínico y yuca mezclada con melaza o azúcar. Experimento 5

Análisis ^{1/}	Suplemento proteínico	Yuca	Yuca + melaza	Yuca + azúcar
Humedad, %	10.14	7.62	9.09	7.37
Proteína cruda, %	41.63	5.06	4.94	3.88
Extracto etéreo, %	1.86	0.92	2.02	0.74
Fibra cruda, %	3.35	2.36	1.59	1.63
Extracto no nitrogenado, %	28.79	79.74	76.66	83.63
Cenizas, %	14.25	4.30	5.70	2.75
Energía bruta, Kcal./g	3.775	3.656	3.389	3.658

^{1/} Análisis expresado en base a humedad ambiental.

Cuadro 22. Comportamiento de cerdos en crecimiento y acabado alimentados con suplemento proteínico y yuca adicionada de melaza o azúcar.
Experimento 5

Parámetros <u>1/</u>	Suplemento proteínico (40%) a voluntad		
	Yuca sola	Yuca + 15% melaza	Yuca + 15% azúcar
Aumento de peso diario, kg	0.69	0.72	0.74
Consumo diario (kg) de:			
Yuca sola o mezclada	2.99	3.37	3.11
Suplemento	1.02	0.92	0.85
Materia seca	2.03	2.27	2.17
Alimento/ganancia <u>2/</u>	2.97	3.16	2.93
Consumo diario proteína, kg	0.54	0.51	0.46
Consumo diario energía bruta, Kcal.	8273.1	8850.5	8767.3
Porcentaje de proteína consumida <u>2/</u>	23.45	20.44	18.98

1/ Cifras correspondientes al promedio de 12 cerdos en cada tratamiento, con peso inicial de 21.9 kg y peso final de 87.1 kg. Duración del experimento: 91 días.

2/ Valor expresado con base a materia seca.

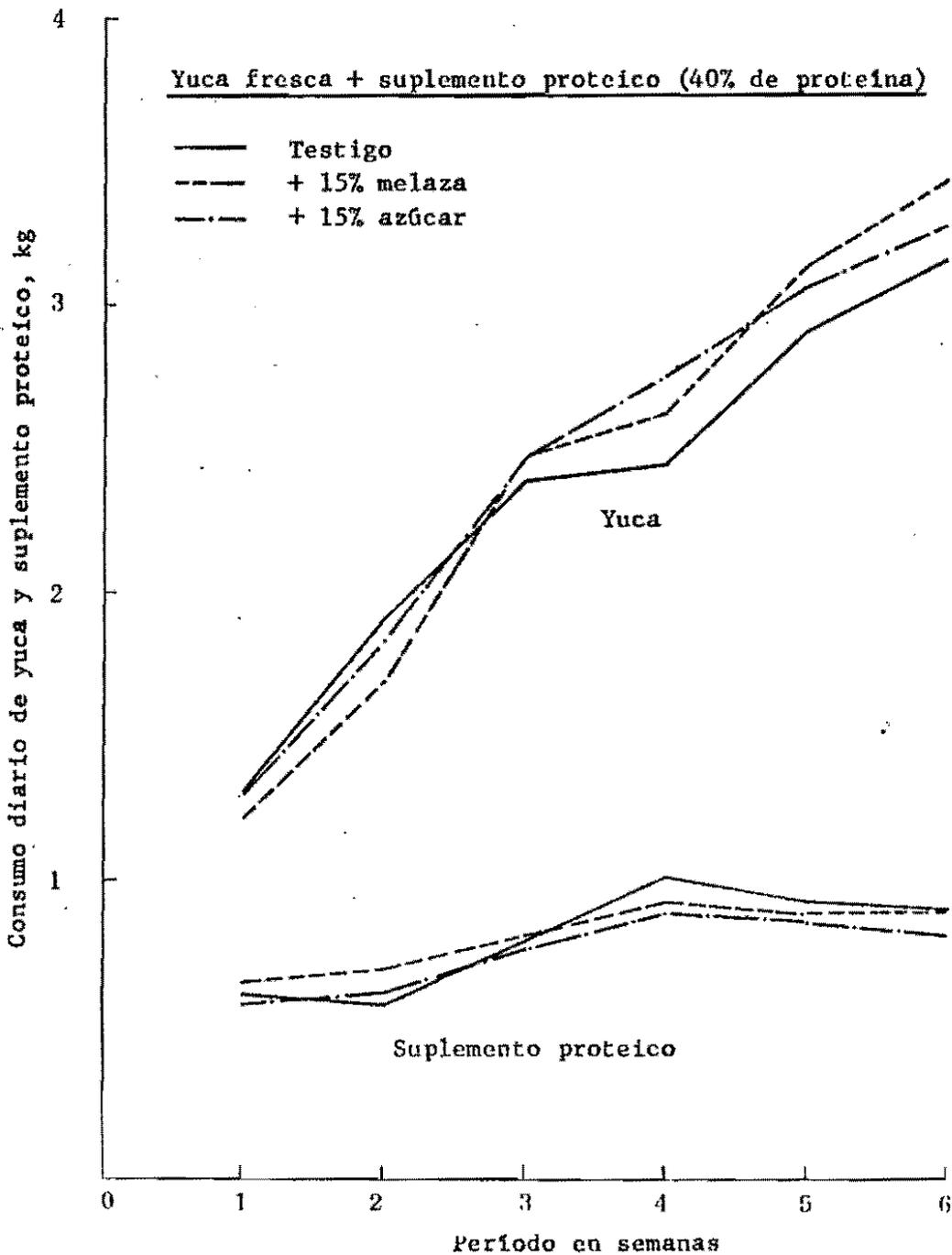


Figura 13. Consumo diario de cerdos alimentados con yuca fresca suplementada con melaza y azúcar y un suplemento de 40% de proteína.

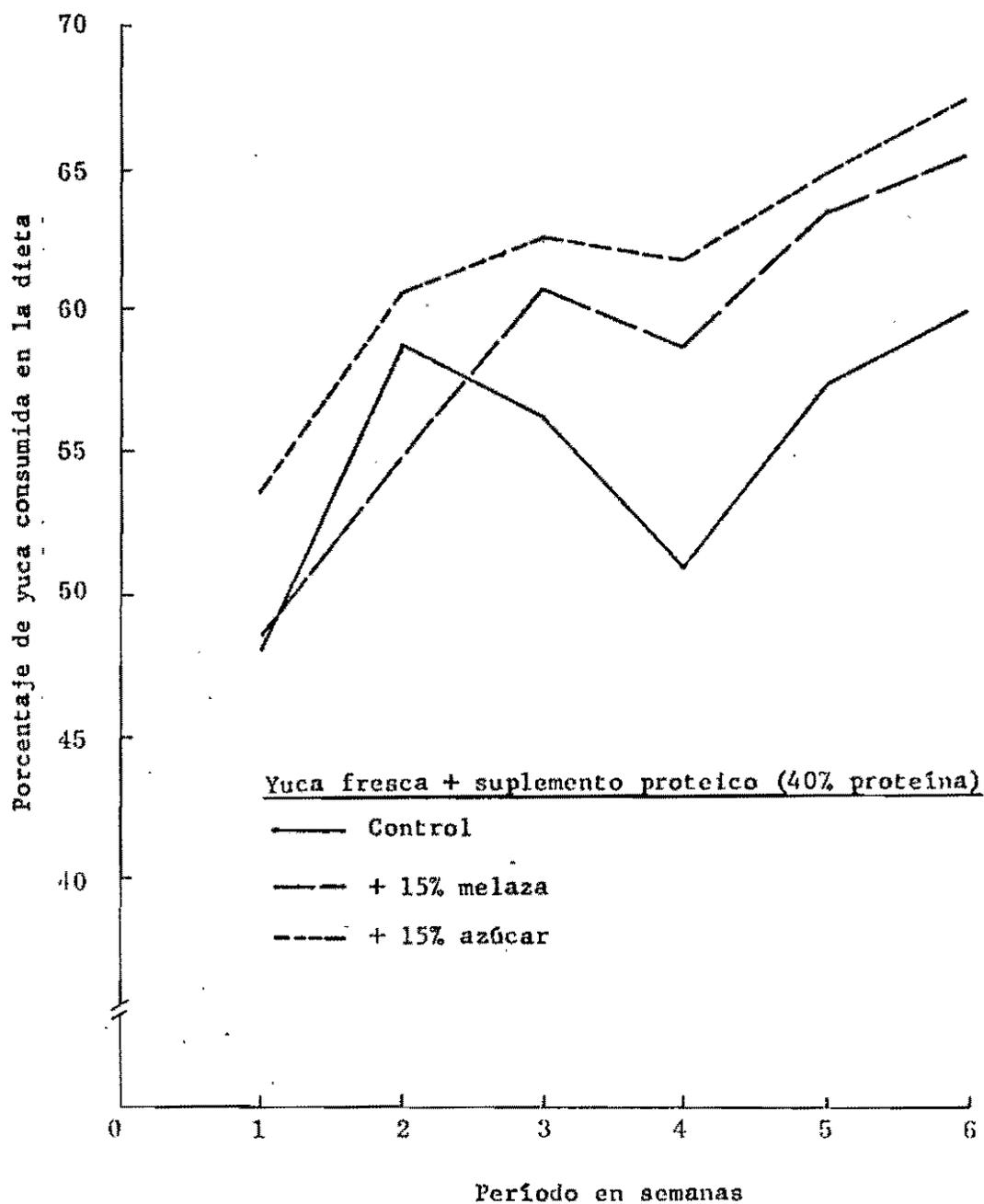


Figura 14. Consumo de yuca expresado como porcentaje de la dieta con base a materia seca

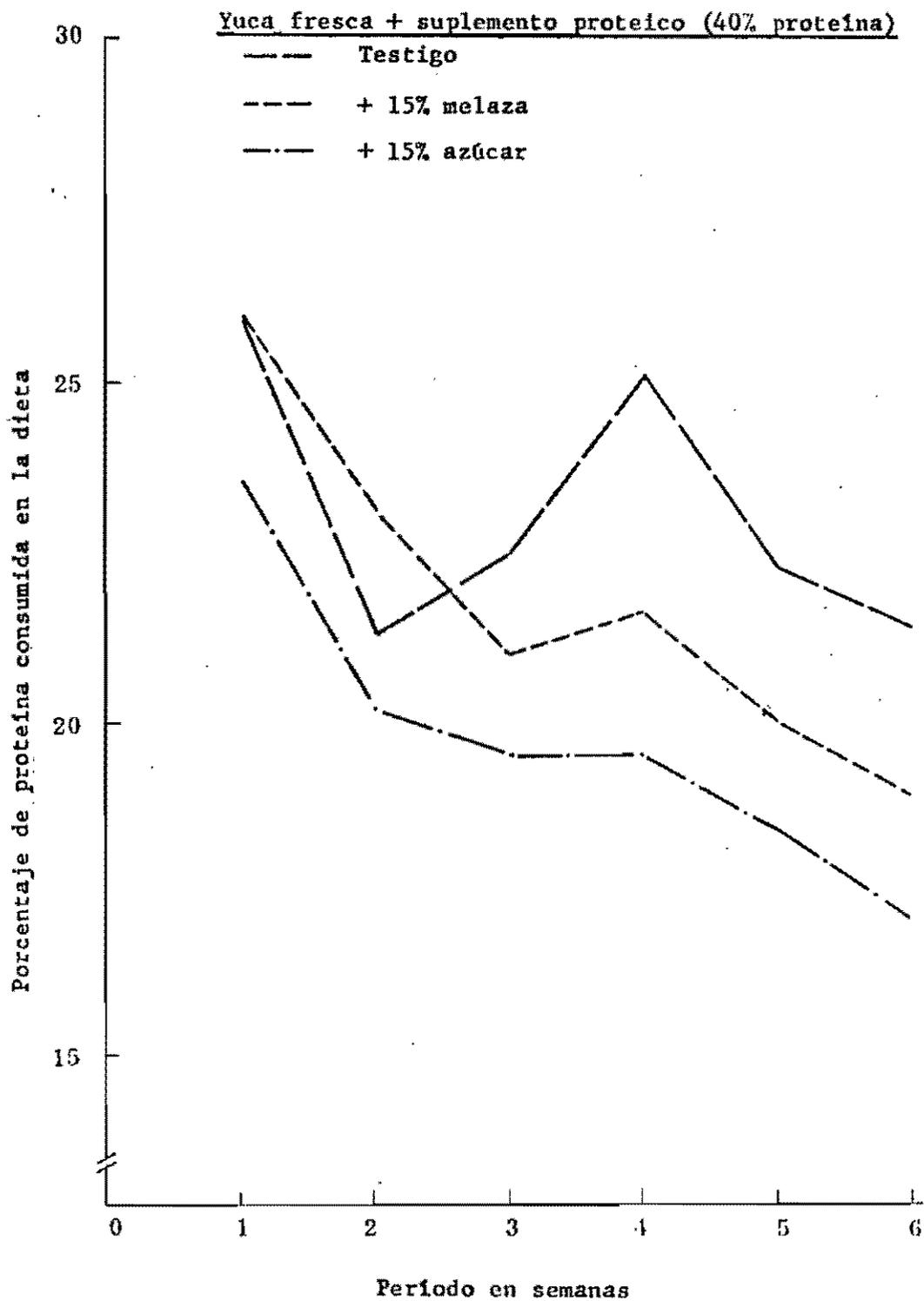


Figura 15. Consumo de proteína expresado como porcentaje de la dieta con base a materia seca.

Las diferencias en conversión alimenticia (alimento/ganancia) no fueron significativas estadísticamente, aunque se logró un efecto ligeramente favorable con la adición de azúcar y ligeramente desfavorable con la adición de melaza.

Las implicaciones económicas de este tipo de dietas para cerdos en crecimiento y acabado dependen principalmente de las siguientes consideraciones: la adición de azúcar o melaza no mejora en forma significativa el rendimiento del cerdo en términos de aumento de peso o eficiencia de conversión alimenticia. Es necesario considerar el incremento en la mano de obra para mezclar las dietas con melaza y azúcar. Cuando el costo de melaza y/o azúcar es inferior al de yuca fresca y el costo del suplemento es elevado, se logra una pequeña ventaja económica mediante la adición de azúcar o melaza debido a que el consumo de proteína disminuye, lo cual rebaja proporcionalmente los costos de alimentación.

Experimento 6: En los experimentos con yuca fresca siempre se utilizaron suplementos proteínicos que contenían 40 a 43% de proteína cruda. En todos los casos cuando se ofreció tanto la yuca como el suplemento proteínico a libre consumo se observó un sobre-consumo de proteína que en situaciones extremas alcanza a ser el equivalente a suministrar una dieta con 24 por ciento de proteína durante la fase de crecimiento y acabado. Este exceso de proteína, además de ser utilizado en forma ineficiente para satisfacer necesidades de energía en el organismo, afecta directamente los costos de alimentación, debido a los mayores costos de los productos proteicos en relación con los productos energéticos.

Uno de los métodos evaluados para tratar de solucionar este problema consistió en la adición de productos (melaza, azúcar, grasa) que mejoraran la

palatabilidad de la yuca, para disminuir el consumo de suplemento proteínico a expensas de un mayor consumo de yuca. Sin embargo, estos productos solo incrementaron el consumo de yuca en forma muy discreta, lográndose una pequeña disminución en el consumo de suplemento proteínico, como se observó en el experimento anterior.

El método evaluado en el presente trabajo se basó en la utilización de suplementos proteínicos con diferente contenido de proteína, ofrecidos a libre consumo, de acuerdo con los siguientes tratamientos:

1. Tratamiento testigo maíz-torta de soya - a voluntad.
2. Yuca fresca picada - a voluntad y suplemento proteínico (20 por ciento de proteína) - a voluntad.
3. Yuca fresca picada - a voluntad y suplemento proteínico (30 por ciento de proteína) - a voluntad.
4. Yuca fresca picada - a voluntad y suplemento proteínico (40 por ciento de proteína) - a voluntad.

Se utilizaron 20 cerdos Yorkshire, recién destetos con peso promedio inicial de 21.1 kg. La distribución a los cuatro tratamientos se hizo al azar en corrales individuales con piso de malla metálica, lo cual permitió incluir cinco replicaciones para cada tratamiento. Se utilizó un comedero para el suministro de yuca a voluntad y otro comedero para el suministro del suplemento proteínico a voluntad. La composición de la dieta testigo y de los suplementos proteínicos se ilustra en el Cuadro 23.

La duración del experimento fue de 98 días, cuando los cerdos alcanzaron un peso promedio final de 86.1 kg. Cuando el peso promedio fue de 50.0 kg, la dieta testigo con 16 por ciento de proteína se cambió por una dieta con 13 por ciento de proteína durante la fase de acabado (50.0-86.1 kg). La información sobre aumento de peso, consumo alimenticio y eficiencia alimenticia

Cuadro 23. Composición de la dieta testigo y suplementos proteínicos utilizados en el Experimento 6

Ingredientes (%)	Crecimiento (16%)	Acabado (13%)	Suplementos proteínicos		
			20%	30%	40%
Torta de soya	16.16	9.0	26.73	53.15	79.56
Maíz	79.04	86.20	67.26	37.85	8.44
Harina de huesos	4.00	4.00	5.00	7.50	10.00
Premezcla vitamínica	0.30	0.30	0.38	0.56	0.75
Premezcla mineral	0.50	0.50	0.63	0.94	1.25
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Job, T., et al. 1975. Información no publicada.

fue calculada a intervalos semanales.

El resumen de los resultados se incluye en el Cuadro 24 y en las Figuras 16 y 17. A pesar de que la diferencia en ganancia de peso no fue significativa estadísticamente, se observó una tendencia favorable al utilizar suplementos proteínicos con un menor contenido proteínico que los evaluados anteriormente. Tampoco fueron significativas las diferencias en consumo diario de materia seca y en eficiencia alimenticia al comparar el tratamiento testigo con los tres métodos de suplementación proteica. Se observó una relación inversa entre el porcentaje de proteína del suplemento y el consumo de suplemento. El consumo de yuca aumentó gradualmente de acuerdo al nivel de proteína en el suplemento, hasta constituir el 34.6, 52.0 y 63.0 por ciento de la materia seca consumida en los tratamientos con suplementos de 20, 30 y 40 por ciento de proteína, respectivamente (Figura 16). El consumo de proteína fue significativamente mayor en los tratamientos con suplementos proteínicos de mayor nivel proteico, lo que se reflejó en consumos equivalentes a dietas con 17.1, 16.1, 19.0 y 19.3 por ciento de proteína para los grupos control, 20, 30 y 40 por ciento de proteína en el suplemento, respectivamente. A medida que aumentó el consumo de yuca fresca y disminuyó el consumo de suplemento se observó un mayor consumo diario de energía.

El sobre-consumo de proteína observado en los experimentos previos a este trabajo se reduce de una manera apreciable al utilizar suplementos con un menor contenido de proteína, sin afectar el rendimiento de cerdos que consumen yuca fresca a voluntad. El suplemento con un nivel de 20 por ciento de proteína proporcionó rendimientos satisfactorios en aumento de peso y conversión alimenticia al mismo tiempo que evitó el sobre-consumo proteico observado anteriormente.

Cuadro 24. Comportamiento de cerdos en crecimiento y acabado alimentados con yuca fresca y suplementos proteínicos (20, 30 y 40% de proteína) a libre consumo. Experimento 6.

Parámetros ^{1/}	Control 16-13%	Yuca + suplemento proteínico		
		20%	30%	40%
Aumento de peso diario, kg	0.65	0.71	0.67	0.65
Consumo diario (kg) de:				
Yuca fresca	-	1.79	2.74	3.37
Suplemento	2.08	1.39	1.00	0.75
Materia seca	1.84	1.92	1.94	1.97
Alimento/ganancia ^{2/}	2.81	2.71	2.90	3.02
Consumo diario proteína, kg	0.30	0.34	0.40	0.39
Consumo diario energía digestible, Kcal.	7081	7213	7462	7619
Porcentaje de proteína consumida ^{2/}	17.1	16.0	19.0	19.3

1/ Cifras correspondientes al promedio de cinco cerdos en cada tratamiento, con peso inicial de 21.1 kg y peso final de 86.1 kg. Duración del experimento: 98 días.

2/ Valor expresado con base a materia seca.

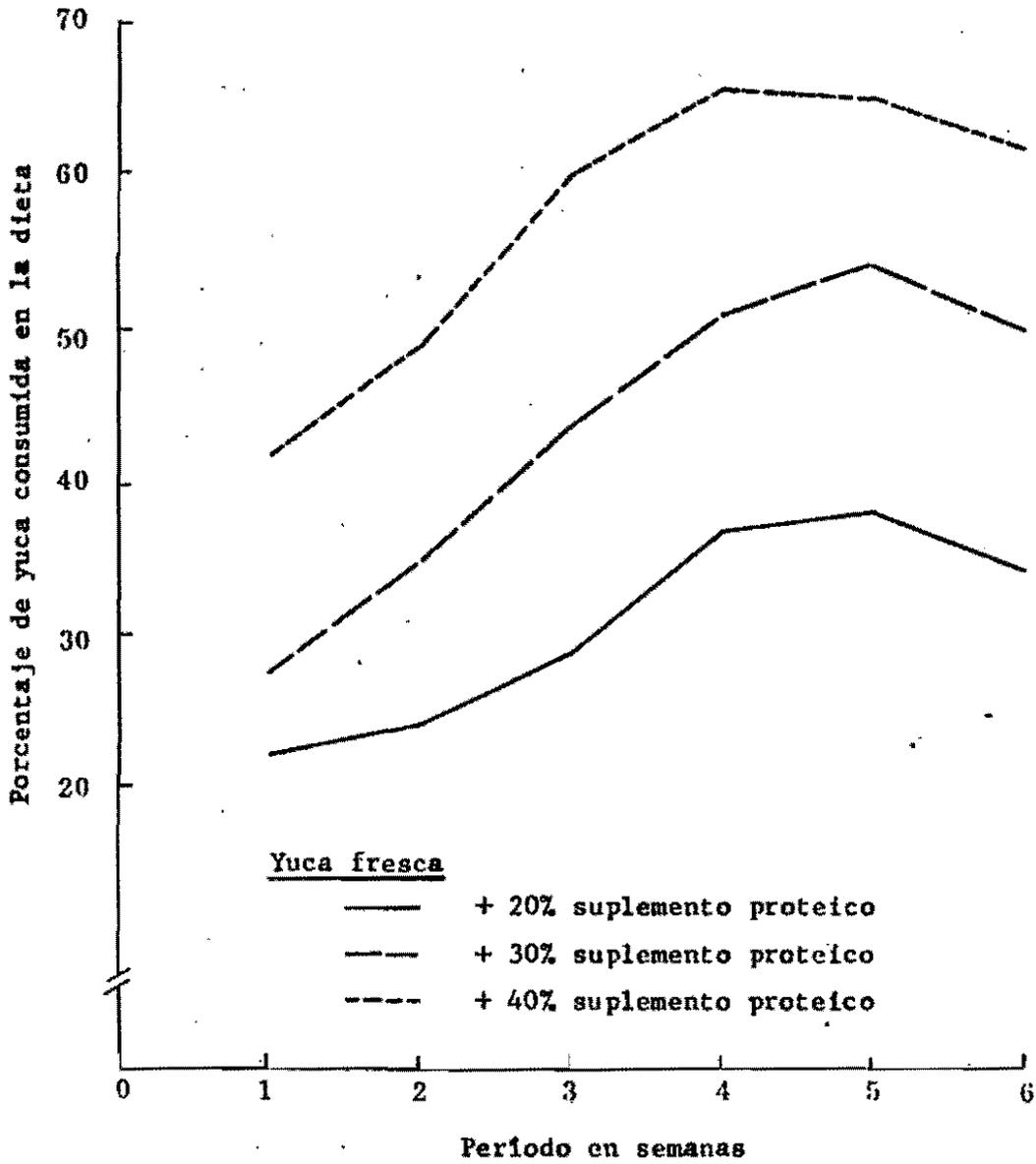


Figura 16. Consumo de yuca expresado como porcentaje de la dieta con base a materia seca.

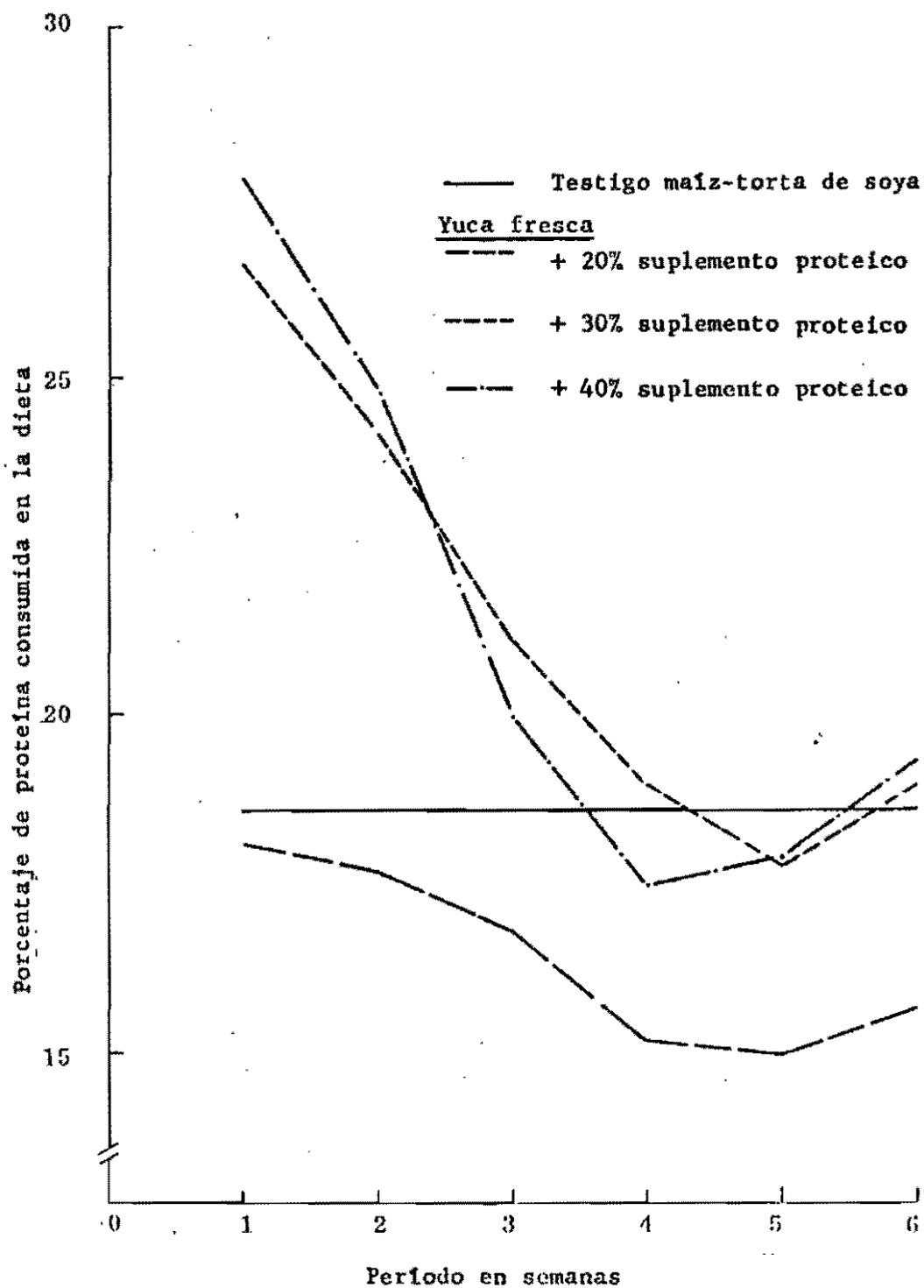


Figura 17. Consumo de proteína expresado como porcentaje de la dieta con base a materia seca.

Los costos de alimentación dependen, naturalmente, de los costos relativos de la yuca fresca y del respectivo suplemento. Los suplementos con menor contenido proteínico tienen un costo inferior pero al mismo tiempo el consumo es mayor que suplementos con más proteína. La manera como un mayor consumo a un menor costo por kg de suplemento se compara con un menor consumo a un mayor costo por kg, sumado al costo de la yuca, determinará el plan más favorable económicamente para alimentación de cerdos en crecimiento y acabado.

2. Yuca Seca o Harina de Yuca

Para la preparación de la harina de yuca utilizada en los siguientes trabajos, la raíz fresca fue primero lavada para quitarle la tierra y luego pasada por una picadora. El material picado fue colocado en bandejas de metal y secado, en la mayoría de los casos, en un horno de aire-forzado a 80°C para obtener un contenido final de humedad del 10 por ciento. En algunos experimentos la yuca fue deshidratada por exposición al sol durante 2 o 3 días. Una vez secos, los trozos fueron molidos obteniéndose la harina de yuca, la cual fue utilizada directamente en la preparación de raciones secas.

Experimento 7: La harina de yuca fue incorporada en dietas completas balanceadas para medir su valor como fuente de energía y como reemplazo del maíz para cerdos en crecimiento y acabado. La harina de yuca substituyó gradualmente al maíz, hasta reemplazarlo totalmente en la ración. El nivel de proteína se mantuvo igual (16 por ciento) variando la proporción de maíz, torta de algodón y torta de soya.

El nivel de torta de algodón fue constante (7 por ciento) en todas las dietas para evitar problemas de toxicidad por gosispol. Los cuatro tratamientos fueron repetidos agregando 10 por ciento de melaza de caña para reducir la consistencia harinosa de las dietas y para medir su efecto en la palatabi-

lidad y en el consumo alimenticio. La composición de las dietas aparece en el Cuadro 25.

Cuarenta y ocho cerdos con un promedio de peso inicial de 18.5 kg se asignaron de acuerdo con su peso, sexo, camada y condición a los ocho tratamientos. Los cerdos fueron alojados en confinamiento, sobre piso de concreto y se les suministró alimento y agua a voluntad durante los 111 días del experimento.

El resumen de datos de comportamiento aparece en el Cuadro 26. Cada aumento en el nivel de yuca seca resultó en una disminución correspondiente en el aumento promedio diario con o sin 10 por ciento de melaza. Estas disminuciones no fueron causadas por reducción en el consumo alimenticio puesto que el promedio diario de consumo voluntario entre los tratamientos sin melaza no fue diferente. Agregando 10 por ciento de melaza a las dietas, el consumo diario de alimento aumentó a 13.7 por ciento y resultó en un 9.8 por ciento de aumento en la ganancia diaria cuando fueron comparados los tratamientos con y sin melaza. En contraste con los tratamientos sin melaza, al aumentar el nivel de yuca en la presencia de melaza hubo una disminución en el promedio del consumo diario. La conversión alimenticia no fue notablemente diferente entre los tratamientos.

Puesto que la calidad total de proteína fue mejorada en las dietas cuando la yuca reemplazó al maíz y la proporción de torta de soya se aumentó, la depresión del aumento diario estuvo probablemente asociada con la fracción de yuca de la dieta.

Experimento 8: En el experimento anterior se observó que el incremento del nivel de harina de yuca en la ración estaba asociado con una disminución progresiva en el aumento de peso de cerdos en crecimiento y acabado. Con

Cuadro 25. Composición de las dietas experimentales conteniendo diferentes niveles de harina de yuca. Experimento 7

Ingredientes (%)	Dietas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	%	%	%	%	%	%	%	%
Yuca seca molida <u>1/</u>	-	25.72	48.65	69.25	-	21.70	41.04	58.26
Maíz amarillo molido	81.31	51.43	24.33	-	69.00	43.38	20.52	-
Torta de soya	7.69	11.85	16.02	19.75	10.00	13.92	17.45	20.74
Torta de algodón	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Melaza de caña	-	-	-	-	10.00	10.00	10.00	10.00
Harina de huesos	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Premezcla de vitaminas y minerales <u>2/</u>	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

1/ Secada en horno de aire forzado a 80°C.

2/ Esta mezcla suministró la misma concentración de vitaminas y minerales que en la premezcla del Cuadro 15.

Maner, J.H., J.A. Buitrago e I. Jiménez. 1967.

Cuadro 26. Influencia del nivel de harina de yuca en el experimento de cerdos en crecimiento-acabado. Experimento 7

Tratamientos	Rendimiento promedio diario 1/		
	Aumento de peso (kg)	Consumo de alimento (kg)	Alimento/ganancia
Basal	0.772	2.68	3.47
25.72% yuca	0.744	2.66	3.57
48.65% yuca	0.743	2.79	3.76
69.25% yuca	0.708	2.48	3.49
Basal + 15% melaza	0.888	3.38	3.84
21.70% yuca + 10% melaza	0.827	2.95	3.56
41.04% yuca + 10% melaza	0.777	3.00	3.85
58.26% yuca + 10% melaza	0.767	2.73	3.54

1/ Seis cerdos por tratamiento; 111-días de experimento; peso promedio inicial, 18.5 kg; peso promedio final, 104.8 kg.

base a la evaluación de los componentes nutricionales de estas dietas se estimó que el problema podría deberse, al menos parcialmente, a una baja concentración de energía digestible y/o a una deficiencia en el aminoácido metionina, factores que aparentemente adquieren mayor importancia a medida que se aumenta el nivel de harina de yuca en la ración.

Estos dos aspectos fueron analizados en los siguientes trabajos mediante la adición de productos energéticos y de diferentes niveles de metionina sintética a dietas donde la harina de yuca constituía más del 50 por ciento del volumen total.

Para este primer experimento se utilizaron cincuenta cerdos recién destetos distribuidos al azar en ocho grupos de cinco cerdos cada uno en base al sexo y peso. Estos ocho grupos fueron asignados a los cuatro tratamientos (dos replicaciones cada uno) siguientes:

1. Testigo harina de yuca
2. Harina de yuca + 0.2 por ciento metionina
3. Harina de yuca + 10 por ciento melaza
4. Harina de yuca + 10 por ciento azúcar
5. Harina de yuca + 10 por ciento sebo

Las dietas fueron diseñadas para proporcionar 16 por ciento de proteína reemplazando completamente el maíz por harina de yuca sola o adicionada de melaza, azúcar o sebo. La composición de las dietas se incluye en el Cuadro 27.

Se llevaron controles semanales de cambio de peso, consumo alimenticio y eficiencia de conversión alimenticia. También se tomaron muestras de sangre durante la primera, cuarta y octava semana para realizar determinaciones de tiocianato en el suero sanguíneo como una medida de la intensidad de los

Cuadro 27. Composición de dietas a base de harina de yuca, metionina, melaza, azúcar y sebo. Experimento 8

Ingredientes (%)	Harina de yuca				
	-	Metionina	Melaza	Azúcar	Sebo
Harina de yuca	65.9	65.7	55.5	55.5	55.5
Torta de soya	29.4	29.4	29.8	29.8	29.8
Melaza	-	-	10.0	-	-
Azúcar	-	-	-	10.0	-
Sebo (grasa animal)	-	-	-	-	10.0
Metionina	-	0.2	-	-	-
Harina de huesos	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
Vitaminas y Minerales	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Maner, J.H., J. Buitrago, G. Gómez y R. Portela. 1974. Información no publicada

mecanismos de detoxificación en cada tratamiento.

Los resultados de este experimento aparecen en el Cuadro 28.

No se observaron diferencias significativas en los aumentos de peso ni en la eficiencia alimenticia, excepto el menor peso y eficiencia observados en el tratamiento con adición de 10 por ciento de sebo. El consumo diario de alimento también fue menor en este grupo. En contraste con la respuesta que se esperaba, no se obtuvo un efecto favorable a la adición de metionina. En este caso parece presentarse una situación similar a la ocurrida en dietas maíz-torta de soya: a pesar de que el nivel de metionina (metionina + cistina) es inferior a la cantidad requerida por cerdos de este peso, generalmente no se obtiene respuesta positiva a la suplementación con este aminoácido. Tanto en las dietas maíz-torta de soya como harina de yuca-torta de soya, el nivel de metionina es alrededor de 0.17-0.18% (0.34-0.36% metionina + cistina), el cual resulta inferior al nivel requerido (0.40-0.50 metionina + cistina).

La adición de metionina tampoco incrementó la capacidad de detoxificación del HCN. En todas las determinaciones se observaron niveles inferiores de tiocianato sanguíneo en los tratamientos que contenían metionina. La mayor concentración de tiocianato se observó en el tratamiento testigo con harina de yuca.

La inclusión de melaza, azúcar o sebo a la dieta a base de harina de yuca no mejoró los rendimientos en términos de aumento de peso o eficiencia de conversión alimenticia. Sin embargo, en experimentos de más larga duración (crecimiento y acabado) se ha observado un efecto favorable a la adición de estos productos.

Experimento 9: Como complemento, al experimento anterior se consideró la posibilidad de combinar en la misma dieta los niveles de melaza-metionina

Cuadro 28. Comportamiento de cerdos en crecimiento alimentados con dietas a base de harina de yuca, metionina, melaza, azúcar y sebo.

Experimento 8

Parámetros ^{1/}	Harina de yuca				
	-	Metionina	Melaza	Azúcar	Sebo
Aumento peso diario, kg	0.71	0.68	0.69	0.68	0.63
Consumo alimento, kg	1.94	1.88	1.89	1.84	1.59
Alimento/ganancia	2.73	2.76	2.74	2.70	2.53
Tiocianato sanguíneo (Mg/100 ml):					
1a. semana	1.53	1.21	1.03	0.91	1.18
4a. semana	1.18	0.69	0.80	0.65	0.84
8a. semana	1.68	1.43	1.33	1.64	1.26

^{1/} Cifras correspondientes al promedio de ocho cerdos por tratamiento, con peso inicial de 19 kg y peso final de 49 kg.

y sebo-metionina, ya evaluados en forma separada.

Para este experimento se utilizaron 56 lechones mestizos Durox x Landrace, con peso inicial promedio de 18.5 kg, los cuales fueron distribuidos al azar a siete tratamientos con base a sexo, peso y camada.

Los tratamientos fueron:

1. Maíz común + torta de soya
2. Harina de yuca + torta de soya
3. Harina de yuca + torta de soya + 0.2% metionina
4. Harina de yuca + torta de soya + melaza
5. Harina de yuca + torta de soya + melaza + 0.2% metionina
6. Harina de yuca + torta de soya + sebo
7. Harina de yuca + torta de soya + sebo + 0.2% metionina

La composición de las dietas experimentales aparece en el Cuadro 29.

Las raciones se suministraron a voluntad en comederos automáticos. La duración del ensayo fue de 45 días, durante los cuales se llevaron controles de aumento de peso, consumo de alimento y eficiencia de conversión alimenticia.

El resumen de los resultados sobre rendimiento de los cerdos se muestra en el Cuadro 30.

A pesar de que no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas, la adición de sebo (grasa animal) a las dietas con harina de yuca, en contraste con los resultados del ensayo anterior, mejoró ligeramente el aumento de peso diario y la eficiencia de conversión alimenticia. La adición de melaza a dietas con harina de yuca no determinó cambios en el consumo de alimento o en el rendimiento de los cerdos en términos de aumento de peso o eficiencia de conversión alimenticia.

No hubo un efecto consistente en el efecto de la metionina sintética.

Cuadro 29. Composición de dietas a base de harina de yuca, melaza, sebo y metionina. Experimento 9.

Ingredientes (%)	Tratamientos						
	1	2	3	4	5	6	7
Harina de yuca	-	56.0	56.0	56.0	56.0	56.0	56.0
Torta de soya	15.7	26.5	26.3	29.0	28.8	29.0	28.8
Maíz común	79.3	12.5	12.3	-	-	-	-
Melaza	-	-	-	10.0	10.0	-	-
Sebo (grasa animal)	-	-	-	-	-	10.0	10.0
Harina de huesos	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Metionina	-	-	0.2	-	0.2	-	0.2
Vitaminas y minerales	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Portela, R., J.H. Maner, J.T. Gallo y J. Buitrago. 1974. Información no publicada.

Cuadro 30. Comportamiento de cerdos en crecimiento alimentados con dietas a base de harina de yuca adicionadas de melaza, sebo y metionina.

Experimento 9

Tratamientos	Rendimiento promedio diario ^{1/}		
	Aumento de peso (kg)	Consumo de alimento (kg)	Alimento/ganancia
Testigo maíz-torta de soya	0.77	2.33	3.03
<u>Harina de yuca ^{2/} adicionada de:</u>			
Maíz-torta de soya	0.72	2.07	2.87
0.2% metionina	0.75	2.23	2.97
10% melaza	0.71	2.21	3.11
10% melaza + 0.2% met.	0.70	2.02	2.88
10% sebo	0.77	1.94	2.52
10% sebo + 0.2% met.	0.76	1.90	2.50

1/ Ocho cerdos por tratamiento con peso promedio inicial de 18.5 kg y peso promedio final de 50.0 kg.

2/ Todos los tratamientos con harina de yuca contenían 56% de este producto.

Cuando se adicionó a dietas a base de harina de yuca y torta de soya se observó un pequeño incremento en el aumento de peso, pero no mejoró la eficiencia de conversión alimenticia. Las dietas que contenían 10 por ciento de melaza o de sebo no mostraron un efecto favorable a la adición de metionina, en términos de aumento de peso o eficiencia de conversión alimenticia.

Experimento 10: Tal como se anotó en el experimento 8, no hubo respuesta favorable cuando se agregó 0.2 por ciento de metionina a dietas a base de yuca y 10 por ciento de melaza o sebo. Sin embargo, la adición de metionina a las dietas con harina de yuca sin melaza o sebo incrementó ligeramente la ganancia diaria de peso.

En el presente ensayo se trató de complementar la información anterior utilizando tres niveles de metionina sintética en dietas a base de yuca o yuca más sebo.

Setenta lechones mestizos Duroc x Landrace y Landrace x Duroc con peso inicial de 20 kg se asignaron al azar a siete tratamientos de acuerdo a sexo, peso y camada. Se utilizaron diez cerdos por tratamiento con dos repeticiones de cinco cerdos cada una.

Los tratamientos fueron:

1. Maíz común + torta de soya
2. Harina de yuca + torta de soya
3. Harina de yuca + torta de soya + 0.1% metionina
4. Harina de yuca + torta de soya + 0.2% metionina
5. Harina de yuca + torta de soya + 10% sebo
6. Harina de yuca + torta de soya + 10% sebo + 0.1% metionina
7. Harina de yuca + torta de soya + 10% sebo + 0.2% metionina.

La composición de las dietas experimentales se muestra en el Cuadro 31. Como fuente principal de proteína se utilizó torta de soya para balancear dietas isoprotéicas con 16% de proteína, aproximadamente. La duración del ensayo fue de 42 días, cuando los cerdos del grupo control alcanzaron un peso promedio de 51 kg. Se llevaron controles quincenales de aumento de peso, consumo de alimento y eficiencia de conversión alimenticia.

El resumen de los resultados de rendimiento de los cerdos en crecimiento aparece en el Cuadro 32. El tratamiento a base de yuca y sebo resultó en el mejor aumento de peso diario. Todos los tratamientos restantes tuvieron aumentos de peso ligeramente inferiores, sin observarse diferencias estadísticamente significativas, excepto con los grupos a base de maíz + torta de soya, yuca + torta de soya y yuca + sebo + 0.2% metionina, donde el aumento de peso fue significativamente inferior. Las mejores eficiencias de conversión alimenticia se lograron en los tratamientos que incluían 10 por ciento de sebo. Tanto en este experimento como en el anterior se observó un menor consumo de las dietas con mayor concentración energética (10 por ciento de sebo), independientemente de los demás constituyentes de la ración.

El efecto de la adición de metionina, a pesar de no ser muy consistente, parece presentarse de la siguiente manera: en las dietas a base de harina de yuca y torta de soya como únicas fuentes de energía y proteína se puede obtener una ligera respuesta favorable al adicionar 0.1 por ciento de metionina, pero no hay respuesta adicional al incrementar la metionina hasta 0.2 por ciento. En contraste, las dietas adicionadas con 10 por ciento de sebo no muestran efectos favorables a la suplementación con los dos niveles de metionina. Este resultado confirma las observaciones del experimento anterior, donde tampoco se encontró respuesta favorable a la metionina en dietas a base de harina de yuca adicionadas de sebo o de melaza.

Cuadro 31. Composición de dietas a base de harina de yuca, sebo y tres niveles de metionina. Experimento 10

Ingredientes (%)	Tratamientos						
	1	2	3	4	5	6	7
Harina de yuca	-	56.0	56.0	56.0	56.0	56.0	56.0
Torta de soya	15.7	26.5	26.5	26.5	29.0	28.9	28.8
Maíz común	79.3	12.5	12.4	12.3	-	-	-
Sebo (grasa animal)	-	-	-	-	10.0	10.0	10.0
Harina de huesos	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Metionina	-	-	0.1	0.2	-	0.1	0.2
Vitaminas y minerales	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Portela, R., J.H. Maner, J.T. Gallo y J. Buitrago. 1974. Información no publicada.

Cuadro 32. Comportamiento de cerdos en crecimiento alimentados con dietas a base de harina de yuca, sebo y tres niveles de metionina.

Experimento 10

Tratamientos	Rendimiento promedio diario ^{1/}		
	Aumento de peso (kg)	Consumo de alimento (kg)	Alimento/ganancia
Testigo maíz-torta de soya	0.74	2.08	2.81
<u>Harina de yuca ^{2/} adicionada de:</u>			
Maíz-torta de soya	0.76	2.01	2.65
0.1% metionina	0.83	2.04	2.46
0.2% metionina	0.82	2.04	2.49
10% sebo	0.85	1.90	2.24
10% sebo + 0.1% met.	0.79	1.86	2.35
10% sebo + 0.2% met.	0.73	1.61	2.21

^{1/} Diez cerdos por tratamiento con peso promedio inicial de 20 kg y peso promedio final de 51 kg.

^{2/} Todos los tratamientos con harina de yuca contenían 56% de este producto.

3. Ensilaje de Yuca

El ensilaje de yuca fué preparado a partir de raíces solas o de una combinación de raíces, tallos y hojas. Para el experimento 10, las raíces frescas fueron picadas y almacenadas en bolsas plásticas procurando eliminar la mayor cantidad posible de aire antes de cerrar las bolsas. El ensilaje de la raíz más tallo y hojas fué preparado de una manera similar, poniendo toda la planta en una picadora. Después de un mes ambas preparaciones produjeron fermentaciones adecuadas y estaban en excelente condición de conservación cuando se suministraron. En los experimentos posteriores el ensilaje se preparó en un silo de trinchera cubierto con plástico con capacidad para 20 toneladas aproximadamente. El material ensilado se comenzó a usar en forma continua después de 2 meses por períodos que se prolongaron por mas de un año en varios de los experimentos, sin que se notara deterioro o disminución en la calidad del producto ensilado.

Experimento 11: Debido a la poca cantidad de ensilaje disponible se utilizaron solamente 15 cerdos en este experimento. Los cerdos, con un promedio de 18.34 kg de peso, fueron asignados al azar a los tres tratamientos siguientes:

- 1) Yuca fresca molida más suplemento proteico
- 2) Ensilaje de raíces de yuca más suplemento proteico
- 3) Ensilaje de raíz, hoja y tallo de yuca más suplemento proteico

El suplemento proteico utilizado se presenta en el Cuadro 33. La torta de algodón fue utilizada como única fuente de proteína suplementaria. Tanto el suplemento proteico como las preparaciones de yuca fueron suministradas a libre escogencia en comederos separados.

El consumo de alimento y los datos de comportamiento aparecen en el Cuadro 34. El consumo promedio diario de suplemento proteico no fue diferente

Cuadro 33. Composición del suplemento proteico utilizado con yuca ensilada para cerdos en crecimiento-acabado. Experimento 11

Ingredientes	40% Suplemento Proteico
Maíz	11.20
Torta de algodón	78.10
Harina de huesos	8.00
Premezcla vitaminas y minerales	2.70
Total	100.00

Buitrago, J., J.H. Maner y R. Portela. 1969. Información no publicada.

Cuadro 34. Comportamiento de los cerdos alimentados con ensilaje de yuca en crecimiento y acabado. Experimento 11

Tratamiento	Consumo promedio diario		Aumento de peso diario ^{1/}	Alimento/aumento ^{2/}
	Yuca fresca	Suplemento		
	kg	kg	kg	kg
Suplemento proteico más:				
Yuca fresca picada	4.04	1.00	750	3.43
Ensilaje de raíz de yuca	3.84	1.01	770	3.25
Ensilaje de raíz y hojas	3.05	1.06	640	3.52

1/ Cinco cerdos por tratamiento, promedio de peso inicial, 18.34 kg., promedio de peso final, 98.8 kg. Duración del ensayo, 112 días.

2/ Ingredientes expresados en 10 por ciento de humedad aproximadamente.

entre los tratamientos, con un promedio de 1.02 kg en el total de los grupos.

El consumo diario de ensilaje de raíz fue similar al de la yuca fresca. Sin embargo, la inclusión de la mezcla de tallos y hojas afectó significativamente el consumo diario del ensilaje de la planta entera, reduciéndolo aproximadamente en un 25 por ciento. Este menor consumo del ensilaje de la planta entera se reflejó en una reducción del 15 por ciento en el aumento de peso diario en relación con la dieta de yuca fresca. Los aumentos de peso de los cerdos alimentados con ensilaje de raíz fueron iguales a aquellos producidos por la yuca fresca. El alimento requerido por unidad de aumento no fue diferente entre los tratamientos.

Parece que la inclusión de los tallos y hojas en el ensilaje redujo la aceptabilidad de este producto por el cerdo. La naturaleza dura y fibrosa del tallo impidió la masticación fácil y aumentó la selección y separación del ensilaje. Por esta razón se considera de poco valor la utilización de tallos y hojas ensiladas como alimento para cerdos y se sugiere el uso exclusivo de las raíces como material para ensilar.

Experimento 12: Para este ensayo fue posible utilizar un volumen mayor de ensilaje de raíces de yuca y un grupo de animales más numeroso. Se utilizaron 32 cerdos con un peso promedio inicial de 17 kg distribuidos al azar a cuatro tratamientos alimenticios, resumidos en la siguiente forma:

1. Dieta testigo maíz-torta de soya, a voluntad
- 2) Maíz molido a voluntad más suplemento proteico a voluntad
- 3) Ensilaje de raíces de yuca a voluntad mas suplemento proteico suministrado diariamente en cantidad controlada
- 4) Ensilaje de raíces de yuca a voluntad más suplemento proteico suministrado cada dos días en cantidad controlada.

Las raíces de yuca una vez picadas se almacenaron en un silo con piso y paredes de concreto con capacidad para 20 toneladas aproximadamente. Las paredes y la parte superior del silo se cubrieron con material plástico para evitar al máximo la entrada de agua y aire. Después de 6 meses de almacenamiento se comenzó a utilizar la yuca ensilada de acuerdo a los tratamientos ya explicados. Diariamente se extraía del silo la cantidad necesaria de yuca e inmediatamente se cubría de nuevo la masa ensilada utilizando material plástico. Este proceso se repitió durante los días del ensayo, sin observarse cambios apreciables en la calidad del material ensilado ni pérdidas adicionales por deterioro, excepto una pérdida normal de 5 a 10% del material situado en la parte más externa del silo.

La composición de la dieta testigo y del suplemento proteico se presenta en el Cuadro 35. El mismo tipo de suplemento proteico (40% de proteína) se utilizó en todos los tratamientos experimentales. La duración del ensayo fue de 30 días, cuando el grupo testigo alcanzó un peso promedio de 39 kg.

Los resultados sobre rendimiento de los cerdos aparecen resumidos en el Cuadro 36. Los cerdos alimentados a base de yuca ensilada y suplemento proteico aumentaron de peso a la misma velocidad que cerdos con dietas a base de maíz y suplemento proteico. El grupo que consumía suplemento cada dos días también tuvo aumentos de peso comparables con los correspondientes a los grupos controles aunque el consumo de suplemento proteico fue menor.

La eficiencia de conversión alimenticia calculada con base a materia seca no fue significativa estadísticamente aunque se observó un rendimiento inferior en el grupo con maíz molido y suplemento proteico.

Experimento 13: Debido al sobre-consumo de proteína que se observa rutinariamente cuando el suplemento proteico con 40 por ciento de proteína

Cuadro 35. Composición de la dieta basal y del suplemento utilizado con yuca ensilada o maíz molido para cerdos en crecimiento. Experimento 12

Ingredientes	Dieta testigo (16% proteína)	Suplemento proteico (40% proteína)
Maíz	81.02	11.00
Torta de soya	15.78	78.00
Harina de huesos	2.50	8.00
Sal	0.50	1.50
Vitaminas y minerales	0.20	1.50
	100.00	100.00

Portela, R. y J.H. Maner. 1973. Información no publicada.

Cuadro 36. Rendimiento de los cerdos alimentados con ensilaje de yuca en crecimiento. Experimento 12.

Tratamientos	Rendimiento promedio diario ^{1/}		
	Aumento de peso (kg)	Consumo de alimento (kg)	Alimento/ganancia
Dieta testigo	0.749	1.68	2.25
Maíz molido a voluntad + suplemento a voluntad	0.718	2.16	3.01
Ensilaje de yuca a voluntad + suplemento controlado diariamente	0.712	1.85	2.60
Ensilaje de yuca a voluntad + suplemento controlado cada 2 días	0.730	1.75	2.40

se administra a voluntad, en el presente experimento se evaluó un nuevo sistema de suplementación. En primer lugar se utilizó un suplemento con menos proteína (30 por ciento). Por otra parte se incluyeron tratamientos en los cuales se incorporó el suplemento con yuca fresca y ensilada en cantidad suficiente para aportar el nivel equivalente a una dieta estándar con 16 por ciento de proteína.

Cuarenta cerdos Duroc x Landrace con peso promedio de 20 kg se asignaron al azar a cinco tratamientos, en la forma siguiente:

1. Maíz común (70%) mezclado con suplemento proteico (30%)
2. Yuca fresca (a voluntad) más suplemento proteico (a voluntad)
3. Yuca fresca mezclada con suplemento proteico según el Cuadro 37.
4. Yuca ensilada (a voluntad) más suplemento proteico (a voluntad)
5. Yuca ensilada mezclada con suplemento proteico según el Cuadro 38.

La composición del suplemento proteico (Cuadro 39) fue igual para todos los tratamientos incluyendo la ración testigo a base de maíz.

La yuca fresca fue cosechada diariamente y se suministró en forma picada en comederos automáticos dejando un espacio para el suministro del suplemento proteico. La yuca ensilada fue almacenada durante 6 meses aproximadamente en un silo de trinchera con capacidad para 20 toneladas. Diariamente se recolectó la cantidad necesaria del material ensilado para suministrar a los cerdos en comederos automáticos, utilizando uno de los comederos para suministrar el suplemento proteico.

La incorporación de yuca y suplemento se realizó mezclando con pala las cantidades indicadas en los Cuadros 37 y 38. La mezcla preparada en esta forma se administró a voluntad en comederos automáticos a los cerdos durante todo el período experimental.

Cuadro 37. Proporción de yuca y suplemento proteico (30% proteína) para suministrar una ración con 16% proteína en base seca. Experimento 13

Yuca fresca ^{1/}	Suplemento
1.00	.375
1.50	.563
2.00	.750
2.50	.937
3.00	1.125
3.50	1.312
4.00	1.500
4.50	1.687
5.00	1.875
5.50	2.602
6.00	2.250
6.50	2.437
7.00	2.625
7.50	2.812
8.00	3.000
8.50	3.187
9.00	3.375
9.50	3.562
10.00	3.750

^{1/} Basado en yuca fresca con 35% de materia seca y 1% de proteína cruda.

Cuadro 38. Proporción de ensilado de yuca y suplemento proteico (30% protei-
na) para suministrar una ración con 16% proteína en base seca.

Experimento 13

Ensilado de yuca ^{1/}	Suplemento
1.00	.50
1.50	.75
2.00	1.00
2.50	1.25
3.00	1.50
3.50	1.75
4.00	2.00
4.50	2.25
5.00	2.50
5.50	2.75
6.00	3.00
6.50	3.25
7.00	3.50
7.50	3.75
8.00	4.00
8.50	4.25
9.00	4.50
9.50	4.75
10.00	5.00

^{1/} Basado en ensilado de yuca con 45% de materia seca y 1.1% de proteína.

Cuadro 39. Composición del suplemento proteínico (30% proteína) para adicionar a yuca fresca y yuca ensilada para cerdos en crecimiento.

Experimento 13

Ingredientes (%)	Suplemento proteico
Harina de arroz	35.46
Torta de soya	26.00
Torta de algodón	26.00
Harina de huesos	9.84
Sal yodada	1.90
Vitaminas y minerales	0.80
	100.00

Buitrago, J.A., J.H. Maner, R. Portela, G. Gómez e I. Jiménez. Información no publicada.

El ensayo se prolongó durante 50 días cuando los cerdos del grupo control alcanzaron un peso promedio de 54 kg.

Los resultados aparecen resumidos en el Cuadro 40.

A pesar de que el aumento de peso fue ligeramente superior en los cerdos que consumieron la dieta a base de maíz y torta de soya, los grupos con yuca fresca o yuca ensilada tuvieron un crecimiento normal. No se observaron diferencias consistentes en el rendimiento asociadas con la forma de suministrar el suplemento proteico. La yuca mezclada con el suplemento resultó en mejores ganancias de peso cuando la mezcla se hizo con yuca fresca pero no con yuca ensilada.

El consumo de yuca ensilada fue inferior que el consumo de yuca fresca. El grupo con mayor consumo de proteína fue el de yuca fresca mezclada con suplemento (350 gramos) mientras que el de menor consumo fue el de yuca ensilada mezclada con suplemento (260 gramos).

La eficiencia de conversión alimenticia fue igual o mejor en los tratamientos a base de yuca y suplemento proteico comparados con el tratamiento testigo. La cifra de eficiencia más alta fue de 3.00, la cual puede considerarse como una eficiencia excelente para cerdos de esta edad.

De acuerdo a los niveles de tiocianato (SCN) observados en el suero sanguíneo parece que el mecanismo de detoxificación del HCN es más activo en el caso de cerdos que consumieron yuca ensilada.

Con base a estos resultados, puede indicarse que tanto la yuca fresca como ensilada produce rendimientos satisfactorios para alimentación de cerdos en crecimiento si se mezcla en la relación adecuada con suplemento proteico para proporcionar el equivalente a una dieta con 16 por ciento de proteína. De esta manera se evita el sobre-consumo de proteína y se garantiza un mayor

Cuadro 40. Comportamiento de los cerdos alimentados con yuca ensilada y yuca fresca en crecimiento. Experimento 13

Parámetro ^{1/}	Testigo maíz- supl.	Yuca fresca		Yuca ensilada	
		Supl. a voluntad	Supl. mezclado	Supl. a voluntad	Supl. mezclado
Aumento de peso diario, kg	0.68	0.63	0.67	0.65	0.62
Alimento/ganancia	2.84	2.76	2.98	2.98	2.44
Tiocianato sanguíneo (mg/100 ml):					
1a. semana	0.41	1.96	1.42	2.53	2.31
4a. semana	0.43	1.98	1.24	2.37	2.39
8a. semana	0.23	2.22	1.07	2.40	2.28
Consumo de alimento (kg):					
Dieta testigo	1.93	-	-	-	-
Yuca fresca	-	2.30	2.65	-	-
Yuca ensilada	-	-	-	1.94	1.51
Suplemento proteico	-	0.86	0.99	0.97	0.75

^{1/} Cifras correspondientes al promedio de ocho cerdos por tratamiento, con peso inicial de 20 kg y peso final de 54 kg.

consumo de yuca para satisfacer económicamente los requerimientos energéticos. El rendimiento en términos de ganancia de peso y eficiencia de conversión alimenticia se compara favorablemente con el de cerdos alimentados con raciones convencionales maíz-torta de soya.

Alimentación de Cerdas en Gestación y Lactancia

Las cerdas que permanecen en confinamiento durante gestación requieren normalmente entre 1.8 y 2.5 kilos de un alimento en base seca que contenga 15 a 16 por ciento de proteína. Como la yuca es generalmente una fuente pobre de proteína, debe suplementarse adecuadamente con proteína, vitaminas y minerales. Esta suplementación puede ser suplida por un alimento alto en proteína o suplemento proteico. Un nivel de alimento de 1.8 kilos con 15 por ciento de proteína suministrará aproximadamente 270 gramos de proteína cruda por día, que es el nivel mínimo de proteína requerido diariamente por cerdas gestantes. Una ración diaria de 620 gramos de un suplemento con 40 por ciento de proteína y 3.1 kilos de yuca fresca suministra alrededor de 280 gramos de proteína cruda.

Suplemento: $0.62 \text{ kg} \times 40\% = 248 \text{ gramos}$

Yuca: $3.10 \text{ kg} \times 1\% = \underline{31 \text{ gramos}}$

Proteína total: 279 gramos

Estas mismas cantidades de yuca (35 por ciento de materia seca) y suplemento (10 por ciento de materia seca) suplirán también aproximadamente 1.8 kilos de alimento secado al aire (aproximadamente 10 por ciento humedad).

Por otra parte, las cerdas en pastoreo consumen forraje para satisfacer parte de sus requerimientos alimenticios diarios, razón por la cual la cantidad de alimento adicional al forraje verde debe ser inferior que cuando las cerdas permanecen en confinamiento. El volumen de alimento en base seca puede reducirse de 0.5 a 1.0 kg diario, dependiendo de la calidad del forraje.

1. Yuca Fresca para Cerdas Gestantes

Experimento 14: Treinta hembras fueron asignadas según peso y edad a tres tratamientos para evaluar la utilización de yuca fresca en pastoreo y en confinamiento. Número iguales de cerdas en cada grupo fueron montadas

con el mismo reproductor. Todas las cerdas fueron montadas en pastoreo y recibieron un kilo de la dieta control hasta la monta. Al tiempo del servicio las cerdas se trasladaron al corral apropiado y fueron asignadas al azar a uno de los tres tratamientos siguientes:

1. Cerdas mantenidas en pastoreo consumiendo diariamente 1 kg de una dieta testigo a base de maíz-torta de soya con 16% de proteína.
2. Cerdas mantenidas en pastoreo consumiendo diariamente 1.7 kg de yuca fresca picada y 0.4 kg de un suplemento proteico de 40 por ciento de proteína.
3. Cerdas mantenidas en confinamiento consumiendo diariamente 3.1 kg de yuca fresca picada y 0.62 kg de suplemento proteico de 40 por ciento de proteína.

La composición de las dietas y suplementos utilizados aparece en el Cuadro 41. La composición de la premezcla de vitaminas y minerales menores se presenta en el Cuadro 42.

Todas las cerdas desde el tiempo de parición hasta el destete fueron alimentadas a voluntad con una dieta estándar de 16 por ciento de proteína a base de maíz y torta de soya.

Los datos de comportamiento para los tres tratamientos aparecen en los Cuadros 43 y 44. Como puede verse en estos datos, las cerdas mantenidas en confinamiento y alimentadas con 3.1 kg de yuca fresca y 0.62 de suplemento proteico aumentaron considerablemente más peso durante gestación que en los otros dos tratamientos. Sin embargo, estas cerdas parieron menos lechones por camada lo cual resultó en una disminución correspondiente en el número promedio de lechones destetos por cerda. Los pesos al nacer y los pesos al destete en estos grupos fueron similares.

Cuadro 41. Composición de la dieta y suplementos utilizados para cerdas en gestación. Experimento 14

Tratamientos	1 16% Dieta Control	2 40% suplemento suministrado en pastoreo	3 40% suplemento suministrado en confinamiento
Maíz molido	74.80	-	-
Torta de soya	18.00	64.08	66.75
Torta de algodón	-	20.53	20.53
Carbonato de calcio	0.30	-	-
Harina de huesos	3.00	7.90	7.90
Premezcla vitaminas y minerales	3.90	7.49	4.82
	100.00	100.00	100.00

Saffón, H., J.H. Maner, J.T. Gallo y J. Buitrago. 1969. Información no publicada.

Cuadro 42. Premezcla de vitaminas y minerales utilizadas en raciones para cerdas en gestación alimentadas con yuca fresca

Ingredientes	Cantidad por 100 kg dieta control
Vitamina A (325.000 U.I./gm.)	1.84
Vitamina D ₃ (2000,000 U.I./gm)	0.15
Riboflavina, 40%	2.25
Pantotenato de calcio (70.6 gm./kg.)	47.79
Niacina, 50%	15.00
Cloruro de colina, 25%	300.00
Vitamina B ₁₂ (52.8 mg./kg.)	59.55
Sulfato de manganeso	5.25
Sulfato de zinc	37.50
Aurofac 10 (10 gm./kg.)	150.00
Maíz molido	2,358.16
Total	3.000.00

Cuadro 43. Comportamiento durante gestación de cerdas alimentadas con yuca fresca en pastoreo vs confinamiento. Experimento 14

Parámetros ^{1/}	Dieta testigo (pastoreo) ^{2/}	Yuca fresca + suplemento (pastoreo) ^{3/}	Yuca fresca + suplemento (confinamiento) ^{4/}
No. cerdas servidas	10	10	10
No. cerdas paridas	9	7	7
Peso al servicio, kg	165.8	163.6	152.8
Peso a los 105 días, kg	185.7	188.5	190.5
Aumento de peso en gestación, kg	19.9	24.9	37.7
Peso al parto, kg	164.3	163.9	173.9
Peso al destete (35 días), kg	177.5	171.6	182.3
Aumento de peso en lactancia, kg	13.2	7.7	8.4
Aumento de peso servicio a destete, kg	33.1	32.6	46.1

1/ Cifras basadas en promedio por cerda

2/ 1 kg de dieta testigo

3/ 1.7 kg de yuca fresca + 0.4 kg de suplemento proteínico

4/ 3.1 kg de yuca fresca + 0.62 kg de suplemento proteínico

Cuadro 44. Comportamiento de camadas provenientes de cerdas alimentadas durante gestación con yuca fresca en pastoreo vs confinamiento
Experimento 14

Parámetros	Tratamiento en gestación		
	Dieta testigo (pastoreo) ^{1/}	Yuca fresca + suplemento (pastoreo) ^{2/}	Yuca fresca + suplemento (confinamiento) ^{3/}
<u>Al nacimiento:</u>			
No. camadas	9	7	7
No. lechones por camada	10.4	10.0	7.7
Peso individual, kg	1.28	1.12	1.18
Peso camada, kg	13.31	11.20	9.08
<u>Al destete (35 días):</u>			
No. lechones por camada	8.3	7.3	6.9
Peso individual, kg	6.94	6.05	6.49
Peso camada, kg	57.60	44.16	44.78

1/ 1 kg de dieta testigo

2/ 1.7 kg de yuca fresca + 0.4 kg de suplemento proteínico

3/ 3.1 kg de yuca fresca + 0.62 kg de suplemento proteínico.

Las cerdas alimentadas en pastoreo con yuca y suplemento parieron 10 lechons vivos por camada mientras que las de la dieta control registraron 10.4 lechones. Aunque su significancia nutricional no es conocida, la yuca administrada a cerdas mantenidas en pastoreo produjo un número mayor de lechones muertos (16.7 por ciento).

De acuerdo a estos resultados, se puede apreciar que la yuca fresca puede incluirse con buenos resultados como una fuente de energía para cerdas en gestación mantenidas en pastoreo o en confinamiento.

2. Yuca Fresca y Harina de Yuca para Cerdas Lactantes

Las cerdas deben producir grandes cantidades de leche para poder sostener y destetar camadas fuertes y numerosas. El tipo de dieta ofrecida y la cantidad de alimento consumido influye considerablemente en la producción de leche de la cerda lactante. Durante la lactancia, las cerdas son generalmente alimentadas a voluntad para mantener una buena producción de leche y prevenir pérdidas excesivas de peso corporal. En los siguientes experimentos se realizó una evaluación previa sobre la utilización de yuca en diferentes formas como fuente de energía en raciones para cerdas lactantes.

Experimento 15: Cuarenta y cuatro cerdas fueron asignadas al momento del parto a tres tratamientos para evaluar la yuca fresca y la harina de yuca como fuente de energía para cerdas lactantes. Las dietas y suplementos proteicos utilizados para los tres tratamientos nutricionales aparecen en el Cuadro 45. Las dietas testigo y con harina de yuca se mezclaron completamente y fueron suministradas a voluntad en comederos individuales durante los 35 días de lactancia. A las cerdas del tratamiento con yuca fresca se les ofreció diariamente una mezcla de yuca fresca y suplemento proteico. Estos dos ingredientes de las raciones fueron mezclados en proporciones que suministra-

Cuadro 45. Composición de las dietas y suplemento utilizado para cerdas lactantes. Experimento 15

Ingredientes:	Dieta testigo 16%	Dieta Harina de yuca 16%	Suplemento proteico 40%
Harina de yuca	-	59.20	-
Maíz molido	81.35	-	-
Melaza de caña	-	10.00	-
Torta de soya	15.00	27.40	87.10
Sal	0.50	0.50	1.61
Harina de huesos	2.50	2.40	9.68
Carbonato de calcio	0.15	-	-
Premezcla ^{1/}	0.50	0.50	1.61
	100.00	100.00	100.00

^{1/} Premezcla comercial de vitaminas y minerales

Saffón, H., J.H. Maner y J.T. Gallo. 1969. Información no publicada.

ran una ración con un 16 por ciento de proteína en base seca. Las proporciones utilizadas aparecen en el Cuadro 46.

A cada cerda se le permitió un consumo a voluntad de esta mezcla en comederos individuales en las salas de cría. Todos los lechones fueron destetados a los 35 días y se registraron los cambios en el peso de los lechones y de la cerda. El consumo de yuca y suplemento fue calculado diariamente y el consumo de las otras dos dietas fue calculado a los 21 y 35 días.

Los datos de comportamiento de las cerdas y lechones aparecen en los Cuadros 47 y 48. Las camadas de las cerdas asignadas al tratamiento de yuca fresca fueron las menos numerosas aunque con mayor peso individual. Este número reducido de lechones al parir resultó en un número promedio menor al destete puesto que el porcentaje de mortalidad no fue muy diferente al obtenido en el grupo testigo.

Los pesos promedio al destete fueron más bajos para los lechones de las cerdas de la dieta control y más pesados para los lechones de la dieta de yuca fresca. Estos resultados pueden esperarse debido a que las camadas fueron menos numerosas en el grupo alimentado con yuca fresca y probablemente las diferencias no tienen relación con el tratamiento. El peso total de la camada al destete indica que no hubo diferencia apreciable en el rendimiento total de las cerdas al comparar los tres tratamientos.

El grupo que recibió la dieta a base de harina de yuca, registró un peso intermedio al destete.

Las cerdas alimentadas con dietas de yuca seca consumieron un promedio de 5.24 kg de dieta diaria comparado con 4.82 kg consumidas por las cerdas de la dieta control. Las cerdas alimentadas con la ración de yuca fresca y suplemento consumieron menos materia seca que cualquiera de los otros dos

Cuadro 46. Proporción de yuca y suplemento para la ración de 16% proteína
Experimento 15

Yuca fresca ^{1/} , kg.	40% suplemento proteico, kg.
1.00	0.16
2.00	0.32
3.00	0.48
4.00	0.64
5.00	0.80
6.00	0.96
7.00	1.12
8.00	1.28
9.00	1.44
10.00	1.60

1/ Basado en el contenido de yuca 35 por ciento de materia seca y 2.41% de proteína.

Cuadro 47. Comportamiento de cerdas lactantes alimentadas con dietas a base de yuca fresca y seca. Experimento 15

Parámetros ^{1/}	Dieta testigo	Harina de yuca	Yuca fresca + suplemento
No. de cerdas paridas	13	15	16
Peso al parto, kg	179.3	170.6	158.3
Peso al destete, kg	190.3	183.0	165.8
Ganancia parto-destete, kg	11.0	12.6	7.6
Consumo de yuca diario, kg	-	-	6.5
Consumo de suplemento diario, kg	-	-	1.21
Consumo total, kg ^{2/}	4.82	5.24	3.74

1/ Cifras basadas en promedio por cerda

2/ Cifras calculadas con base a materia seca.

Cuadro 48. Comportamiento de camadas provenientes de cerdas alimentadas con dietas a base de yuca fresca y seca durante lactancia. Experimento 15

Parámetros ^{1/}	Dieta testigo	Harina de yuca	Yuca fresca + suplemento
Progenie al parto:			
No. lechones	10.8	10.1	9.3
Peso individual, kg	1.18	1.22	1.36
Peso camada, kg	12.74	12.32	12.65
Progenie al destete (35 días):			
No. lechones	9.0	7.9	7.6
Peso individual, kg	6.03	6.80	7.63
Peso camada, kg	54.27	53.72	58.00
Mortalidad nacimiento-destete, %	16.4	22.4	18.1
Consumo individual de alimento, kg	0.30	0.53	0.37

1/ Cifras expresadas como promedio por camada.

grupos. Estas cerdas consumieron un promedio diario de 6.5 kg de yuca fresca y 1.21 kg de suplemento proteico de 40 por ciento, lo cual correspondió a un consumo diario total de 3.74 kg de materia seca. Las implicaciones económicas de este menor consumo pueden ser de mucha importancia práctica si se compara con los mayores consumos cuando se utilizan dietas secas.

3. Yuca Ensilada para Cerdas Lactantes

Experimento 16: En el presente experimento se procedió a evaluar la utilización de yuca ensilada durante lactancia. El sistema de alimentación tanto para el tratamiento con yuca ensilada como para uno de los tratamientos con maíz, se basó en el suministro voluntario de yuca o maíz con cantidades controladas diariamente de suplemento proteínico.

Treinta cerdas fueron asignadas al momento del parto a los tres tratamientos siguientes:

1. Dieta testigo maíz-torta de soya (16% proteína), a voluntad
2. Ensilaje de yuca, a voluntad y 1.5 kg de suplemento proteínico A (40% proteína).
3. Maíz molido, a voluntad y 0.8 kg de suplemento proteínico B (28% proteína)

La composición de la dieta testigo y de los suplementos A y B se muestra en el Cuadro 49. Los suplementos proteínicos se suministraron en comederos aparte de acuerdo a la cantidad diaria ya indicada. La yuca ensilada y el maíz molido se suministraron en comederos automáticos a libre consumo.

Cada cerda y su camada fueron alojadas en un corral individual durante una lactancia de 35 días. Se llevaron controles de consumo alimenticio y cambios de peso en las cerdas y camadas. Los lechones fueron destetados a los 35 días.

Cuadro 49. Composición de la dieta control y de los suplementos proteínicos para yuca ensilada o maíz utilizados en lactancia. Experimento 16

Ingredientes (%)	Dieta testigo (16% proteína)	Yuca ensilada + Suplemento A (40% proteína) ^{1/}	Maíz molido + Suplemento B (28% proteína) ^{2/}
Maíz común	78.13	-	-
Torta de soya	16.37	78.00	56.00
Harina de huesos	2.50	10.00	20.00
Vitaminas	2.00	8.00	16.00
Minerales	1.00	4.00	8.00
	100.00	100.00	100.00

^{1/} Yuca ensilada a voluntad + 1.5 kg de suplemento proteínico

^{2/} Maíz molido a voluntad + 0.8 kg de suplemento.

Los resultados del experimento aparecen resumidos en los Cuadros 50 y 51. El rendimiento de hembras y lechones correspondientes al tratamiento con yuca ensilada fue satisfactorio en las diferentes etapas de lactancia. Al comparar el número y peso de los lechones de este tratamiento al momento del destete con el grupo testigo, no se observan diferencias drásticas, lo cual también se refleja en el peso total de la camada al destete. Sin embargo en el tratamiento con maíz molido y suplemento proteínico se observó un rendimiento inferior en el número y peso de los lechones al destete a pesar de que el consumo total de alimento fue superior al grupo testigo. Las cerdas del tratamiento testigo ganaron más peso en lactancia (24.3 kg) que las del tratamiento con maíz más suplemento (13.8 kg) y con yuca ensilada (10.3 kg). El consumo de alimento en base seca fue superior en el tratamiento con yuca ensilada. Sin embargo el consumo de proteína fue inferior en este grupo debido a que las cerdas no consumieron la totalidad del suplemento proteínico que se les ofreció diariamente. El consumo diario de proteína por cerda fue de 530 gramos aproximadamente para el grupo de yuca ensilada, mientras que el grupo de maíz molido y el grupo testigo consumieron 868 y 726 gramos de proteína, respectivamente.

Cuadro 50. Comportamiento de cerdas lactantes alimentadas con yuca ensilada y suplemento proteínico. Experimento 16

Parámetros ^{1/}	Dieta testigo (16% proteína)	Yuca ensilada + Suplemento A (40% proteína) ^{2/}	Maíz molido + Suplemento B (28% proteína) ^{3/}
No. cerdas paridas	9	9	9
Peso al parto, kg	155.4	140.9	168.5
Peso al destete, kg	179.7	151.2	182.3
Ganancia parto-destete, kg	24.3	10.3	13.8
Consumo diario, kg:			
Yuca ensilada ^{4/}	-	4.73	-
Maíz	-	-	4.27
Suplemento	-	1.11	0.66
Total	4.54	5.84	4.93

^{1/} Cifras basadas en promedio por cerda

^{2/} Yuca ensilada a voluntad + 1.5 kg de suplemento proteínico

^{3/} Maíz molido a voluntad + 0.8 kg de suplemento proteínico

^{4/} Expresado con base a 10% de humedad. Humedad original, 44%.

Cuadro 51. Comportamiento de camadas provenientes de cerdas alimentadas con yuca ensilada y suplemento proteínico. Experimento 16

Parámetros ^{1/}	Dieta testigo (16% proteína)	Yuca ensilada + Suplemento A (40% proteína)	Maíz molido + Suplemento B (28% proteína)
Progenie al parto:			
No. lechones	10.77	10.55	10.00
Peso individual, kg	1.12	1.09	1.16
Peso camada, kg	12.04	11.50	11.60
Progenie al destete (35 días):			
No. lechones	8.11	8.22	7.00
Peso individual, kg	5.33	5.54	4.95
Peso camada, kg	43.23	45.51	34.66
Consumo individual, kg	5.98	7.11	7.06

^{1/} Cifras expresadas como promedio por camada.

REFERENCES

- Alba, M.G. 1937. A study of different varieties of cassava for hog feeding purposes. Philipp. Agric. 25:782.
- Asico, P.M. 1941. A comparative study of gaplek meal and corn as basal feed for growing and fattening pigs. Philipp. Agric. 29:706.
- Aumaitre, A. 1969. Valeur alimentaire du manioc et de différentes céréales dans les régimes de sevrage précoce du porcelet; utilisation digestive de l'aliment et effet sur la croissance des animaux. Ann. Zootech., 18 (4):385.
- Beck. 1969. Personal communication.
- Bolhuis, G.G. 1954. The toxicity of cassava roots. Netherlands Journal of Agricultural Science. 2:176.
- Boorsma, W.G., 1905. Vergiftige Cassava (Poisonous Cassava). Teysmannia 17:483.
- Brautlecht, C.A. 1953. Starch. Its sources, production and uses. Reinhold Publishing Co. New York, N.Y.
- * Buitrage, J.A. 1964. Utilización de la yuca en dietas para crecimiento y ceba de cerdos. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Bogotá, Colombia.
- Close, J., E.L. Adriaens, S. Moore and E.J. Bigwood. 1953. Composition en acides aminés de hydrosysats de farine de manioc rodi, variété Amere. Bull. Soc. Chem. Biol. Brussels, 35:985.
- Couch, J.F. 1932. U.S. Depart. of Agr. Leaflet 88.
- FAO Production Yearbook. 1972. Vol. 26.
- Fullerton, J. 1929. Tapioca meal as food for pigs. J. Ministry of Agr., Gr. Brit. 36:130.
- Govin, A. and P. Andouard. 1914. Fattening pigs on cassava. Bull. Soc. Nat. Agr. France. 74:481.
- Henke, L.A. 1919. I sweet potatoes vs cassava. Col. Hawaii Bull. 6:24.
- Henke, L.A. 1923. Feeding test with hogs. Hawaii Univ. Quart. Bull. 2:29.
- Jaramillo y Herrera. 1970.
- Johnson, R.M. and W.D. Raymond. 1965. The chemical composition of some tropical food plants. IV. Manioc. Tropical Sci., 7 (3):109.

- Jones, W.O. 1959. Manioc in Africa. Stanford University Press. Stanford, California, USA.
- Kerr, R.W. 1950. Chemistry and industry of starch. 2nd Ed. Academic Press. New York, N.Y.
- * López, L. and H. Herrera. 1970. Manihot carthagenensis. Una yuca silvestre con alto contenido proteico. VIII Reunión de Fitotecnia, Bogotá, Colombia. Noviembre 22-28, 1970.
- * Maner, J.H. and J. Buitrago. 1964. Utilización de yuca en dietas para crecimiento y acabado de cerdos. II. Congreso Nal. de la Industria Porcina, Junio 25-29, 1964. Cali, Colombia.
- * Maner, J.H. and I. Jiménez. 1967. Comparación de varios suplementos proteicos a utilizar con yuca fresca para cerdos en crecimiento y acabado. Día de Campo sobre Porcinos. ICA, Palmira, Colombia. Abril, 1967.
- * Maner, J.H., J. Buitrago and I. Jiménez. 1967. Utilization of yuca in Swine Feeding, Proc. Int. Symp. on Trop. Root Crops. Univ. W.I., St. Augustine, Trinidad 2 (6):62.
- Maner, J.H., J. Buitrago and J.T. Gallo. 1970. Protein sources for supplementation of fresh cassava (Manihot esculenta) rations for growing finishing swine. J. Animal Sci. 31:208 (Abst.)
- Maner, J.H. and A. Henao. 1970. Unpublished data.
- Maner, J.H. and A.L. Daniels. 1970.y 1971. Unpublished data.
- * Maner, J.H. 1971. Alimentación de cerdos con raciones a base de yuca. Boletín Técnico. No. 9. ICA, Colombia.
- Maner, J.H. 1971. Unpublished data.
- * Mejía, T.R. 1960. Valor comparativo entre la yuca y el maíz en la alimentación de cerdos. Rev. Fac. Nal. de Agron. Medellín, Colombia. 20:3.
- Mesa, J. and J.H. Maner. 1972. Unpublished data.
- Modebe, A.N.A. 1963. Preliminary trial on the value of dried cassava. (Manihot utilisissima Pohl) for pig feeding. J. West Afric. Sci. Ass. 7:127.
- Mondoñedo, M., and P.V. Bayone. 1927. A comparative study of corn and cassava as feeds for hogs. Philipp. Agric. 15:523.
- Mondoñedo, M. 1928. A comparative study of corn and cassava as feeds for hogs: II Ground corn vs raw chopped cassava. Philipp. Agric. 17 (2): 105.

- Mondofiedo, M. and F. Alonte. 1931. A comparative study of corn, cassava, sweet potatoes and pong-pong as feeds for swine. *Philipp. Agric.* 2: 113.
- Oke, O.L. 1969. The role of hydrocyanic acid in nutrition. *World Review of Nutrition and Dietetics.* 11:170.
- Oyenuga, V.A. 1955. *Nigerian Feedstuffs.* University College, Ibadan, Africa.
- Oyenuga, V.A. and L.K. Opeke. 1957. The value of cassava rations for pork and bacon production. *W.A. Jour. Biol. Chem.* 1:3.
- Peixoto, R.R. 1965. Estudio comparativo entre farinha de mandioca e milho, como alimento para porcos em crescimento e engorda. *Bul. Escala de Agron. Eliseu Maciel, Univ. Rural do Sul. Brasil.* Novembre, 1965.
- Peixoto, R.R. and N. Islabao. 1969. Substituicao do milho ao nivel de 50% farinha de mandioca na alimentacao de suinos em crescimento e engorda. *Bul. Tec. No. 5. Min. de Educacion y Cultura. Rio Grande do Sul, Brasil.*
- Rogers, D.J. 1963. Studies of Manihot esculenta, Crantz and related species. *Bull. Torrey Bot. Club.* 90 (1):43.
- * Shimada, A.S. 1970. Valor alimenticio de la harina de yuca (Manihot utilissima pohl) para cerdos. IV Dia del Ganadero INIP, Veracruz, Mexico Nov. 21-22, 1970.
- Sreeramamurthy, V.V. 1945. Investigations on the nutritive value of tapioca (Manihot utilissima). *Indian J. Med. Res.* 33:229.
- Varon, L.A., 1968. Annual Report - potato and yuca programs. Instituto Colombiano Agropecuario.
- Vogt, H. 1966. The use of tapioca meal in poultry rations. *World's Poultry Science.* J. 22:113.
- Woodman, H.E., A.W. Manzies Kitchin and R.E. Evans. 1931. The value of tapioca flour and sago pith meal in the nutrition of swine. *J. of Agr. Science.* 21:526.
- Zarate, J.J. 1956. The digestibility by swine of sweet potato vines and tubers, cassava roots, and green papaya fruits. *Philipp. Agric.* 40:78.