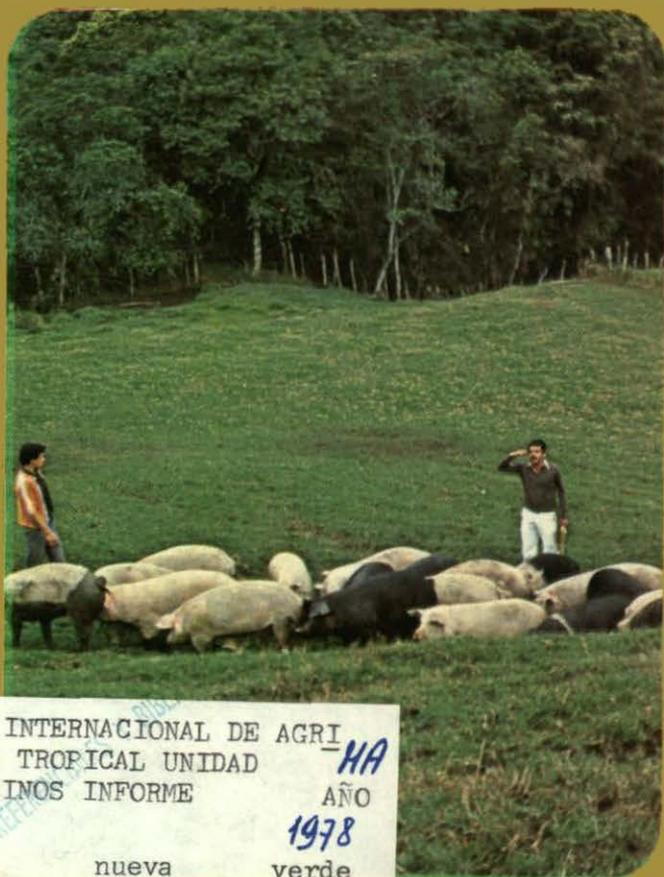


CIAT

Unidad de Porcinos



CENTRO INTERNACIONAL DE AGRI-
CULTURA TROPICAL UNIDAD **HA**
DE PORCINOS INFORME AÑO
1978
vols nueva verde

1978

El CIAT es una institución sin ánimo de lucro, dedicada al desarrollo agrícola y económico de las zonas bajas tropicales. Su sede principal ocupa un terreno de 522 hectáreas, propiedad del Gobierno de Colombia, el cual en su calidad de país anfitrión, brinda apoyo a las actividades del CIAT. La subse de Quilichao, situada cerca de Santander de Quilichao, Departamento del Cauca, tiene una extensión de 184 hectáreas y es propiedad de FES (Fundación para la Educación Superior), la cual arrienda el terreno al CIAT. El Centro trabaja en colaboración con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en varias de sus estaciones experimentales y también con agencias agrícolas a nivel nacional en otros países de América Latina. Varios miembros del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional financian los programas del CIAT. Los donantes en 1979 son: la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional (USAID), la Fundación Rockefeller, la Fundación Ford, la Fundación W.K. Kellogg, la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (CIDA), el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) por intermedio de la Asociación Internacional del Desarrollo (AID), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Comunidad Económica Europea (CEE) y los gobiernos de Australia, Bélgica, la República Federal Alemana, Holanda, el Japón, Noruega, Suiza y el Reino Unido. Además, algunas de estas entidades, el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo, del Canadá (CIID), y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), financian proyectos especiales. La información y conclusiones contenidas en esta publicación no reflejan necesariamente la posición de ninguna de las instituciones, fundaciones o gobiernos mencionados.

02S1S-78
Octubre 1979

Unidad de Porcinos

Informe de 1978

Esta publicación es una separata de la sección
de la Unidad de Porcinos, Informe Anual del
CIAT 1978



Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)
Apartado Aéreo 6713
Cali, Colombia S.A.

SERVICIOS REFERENCIALES Y BIBLIOGRAFICOS

PERSONAL DE LA UNIDAD DE PORCINOS

Oficina del Director General

Científicos Principales

John L. Nickel, *PhD, Director General*

Alexander Grobman, *PhD, Director General*

Asociado, Cooperación Internacional

*Kenneth O. Rachie, *PhD, Director General*

Asociado, Investigación

Personal Asociado

Cecilia Acosta, *Asistente Administrativa*

Julián Buitrago, *PhD, Nutricionista*

Investigador Asociado

Jorge Santos, *MS*

Investigadores Asistentes

Luis Enrique Beltrán, *DMV*

*Elkin Taborda, *Zootecnista*

Mauricio Valdivieso, *Zootecnista*

Unidad de Porcinos

Científicos Principales

Guillermo Gómez, *PhD, Bioquímico/Nutricionista*

* Se retiró en 1978

CONTENIDO

INTRODUCCION	E-1
ADIESTRAMIENTO	E-2
<i>Tercer Curso Posgrado en Producción Porcina</i>	E-2
COOPERACION INTERNACIONAL	E-3
Bolivia	E-3
Costa Rica	E-5
Ecuador	E-6
Perú	E-6
INVESTIGACION	E-7
Harina de Yuca	E-7
Ensilaje de Raíces	E-8
Harina de Hojas de Yuca	E-13
Producción y Evaluación de la Proteína Unicelular	E-15
PUBLICACIONES	E-20

Unidad de Porcinos

Las actividades de cooperación internacional, particularmente el adiestramiento, constituyen una parte primordial del programa de la Unidad de Porcinos con el propósito de aumentar la eficiencia de la producción de esta especie animal en América Latina. El Tercer Curso Posgrado en Producción Porcina tuvo la participación de 20 profesionales pertenecientes a instituciones nacionales de diez países de la región; tuvo una duración de 4 meses. Los programas cooperativos de la Unidad, establecidos con las instituciones nacionales en Bolivia, Costa Rica, Ecuador y Perú, también intensificaron sus actividades de adiestramiento a nivel local y regional.

En los programas cooperativos con los respectivos países también se intensificó la validación de tecnología orientada hacia la resolución de problemas que limitan la producción porcina. La transferencia de tecnología a los porcuicultores se está haciendo mediante actividades de extensión y de asesoría técnica, por especialistas en producción porcina de los programas nacionales.

En 1978, las actividades de investigación en la Unidad se orientaron primordialmente hacia la evaluación de programas de alimentación, especialmente

utilizando raíces de yuca y productos procesados a partir de éstas. La adición de melaza de caña a las dietas a base de harina de yuca, permitió a los cerdos utilizar estas dietas con mayor eficacia. Se adelantó una serie de experimentos sobre el ensilaje de raíces de yuca picadas; utilizando este proceso, las raíces se conservaron por un mínimo de 6 meses. Los resultados experimentales de las evaluaciones nutricionales de las raíces de yuca ensiladas, indican que este proceso tiene un gran potencial para la conservación de las raíces en las regiones húmedas tropicales, en especial, por agricultores en pequeña y mediana escala, quienes podrían utilizar el producto final para la alimentación porcina. También, se evaluó la utilización de dietas con niveles de harina de hojas de yuca del 20 y 40 por ciento, para la alimentación de cerdos en crecimiento y acabado. Se obtuvieron resultados aceptables cuando esta harina se suministró al menor nivel, para sustituir parcialmente las fuentes convencionales de proteína.

En 1978, se hicieron 35 fermentaciones con el fermentador de 3000 litros de la planta piloto para producir proteína unicelular, utilizando raíces de yuca molidas como sustrato energético. Se obtuvieron concentraciones de proteína cruda del 34 al 35 por ciento en la biomasa

secada al sol, después de períodos promedios de fermentación de 21 horas. A este nivel de producción, la principal dificultad fue la cosecha y el secamiento de la biomasa final.

La cantidad total de biomasa producida permitió adelantar estudios nutricionales con cerdos. La proteína unicelular (fermentada con el hongo *Aspergillus fumigatus* I-21A) fue la única fuente de proteína utilizada en las dietas, las cuales se compararon con dietas a base de torta de soya como fuente de proteína. La calidad nutricional de la proteína unicelular fue buena para alimentar cerdos, siempre y cuando se suplemente adecuadamente con metionina. Los resultados de los análisis de parámetros sanguíneos indican que la

proteína unicelular no es tóxica para los cerdos. Se tomaron muestras de órganos y tejidos para hacer análisis histopatológicos.

Los resultados de la medición de los contenidos de glucósidos cianogénicos en las raíces de yuca y sus subproductos, indican que es necesario estudiar en más detalle el efecto de los métodos de almacenamiento y procesamiento sobre los cambios en el contenido de este componente tóxico, especialmente para productos que serán utilizados en la alimentación de animales. Estos alimentos normalmente contienen las cáscaras de las raíces, las cuales presentan mayores niveles de cianuro que el tejido parenquimatoso.

ADIESTRAMIENTO

Tercer Curso Posgrado en Producción Porcina

El Tercer Curso Posgrado en Producción Porcina se realizó entre julio 17 y noviembre 17 de 1978. Al curso asistieron 20 profesionales de instituciones de diez países de América Latina involucradas en el adiestramiento, la investigación y el fomento de la producción porcina. El objetivo del curso fue adiestrar a estos profesionales en sistemas integrados de producción porcina a fin de que constituyan un soporte efectivo para la industria porcina de América Latina.

El curso estuvo a cargo de un grupo de especialistas en diversas áreas de la producción porcina, en instituciones y entidades gubernamentales y privadas, y de personal científico de la Unidad de Porcinos, la Unidad de Servicios de Datos y la Oficina de Adiestramiento del CIAT. Durante el curso, las actividades de adiestramiento se distribuyeron así: cono-

cimientos teóricos sobre producción (36% del tiempo total), actividades prácticas en el CIAT (21%), viajes de estudio (14%) y trabajos en fincas comerciales (28%).

Teoría de la Producción

La parte inicial del curso se dedicó a conferencias y seminarios sobre selección, mejoramiento genético, nutrición y alimentación, manejo, salud animal, mercadeo y análisis de costos de producción. En esta fase hubo discusiones, exámenes y ejercicios sobre documentación; tales ejercicios familiarizaron a los participantes con las fuentes de información existentes en la Biblioteca y con las investigaciones realizadas en el CIAT y en otros centros experimentales del mundo.

Actividades Prácticas en el CIAT

Durante esta fase del curso se hizo énfasis en dos aspectos de la producción porcina: 1) planeamiento y trabajos prác-

ticos en el manejo, salud animal, selección, reproducción y alimentación porcina; y 2) realización de experimentos diseñados conjuntamente por becarios e instructores. Estos experimentos incluyeron: destete precoz, sincronización del celo, inseminación artificial y alimentación restringida durante el acabado. Todas estas actividades se realizaron en la Unidad de Porcinos del CIAT.

Viajes de Estudio

Durante 2 semanas, los participantes en el curso visitaron las zonas porcicultoras más importantes de Colombia. Se visitaron 25 explotaciones porcinas con diferentes sistemas de producción y 16 compañías agroindustriales involucradas en la producción, procesamiento y mercadeo de alimentos y productos porcinos.

Algunas de las actividades y sistemas de manejo más importantes que se observaron fueron los siguientes: sistemas integrados de producción porcina/ganado lechero, en los cuales las deyecciones recogidas de la unidad porcina se utilizaban para fertilizar los pastos; la utilización del suero de leche (obtenido en la fabricación de quesos, en escala comercial o de pequeña explotación), para la alimentación porcina; la operación de plantas mezcladoras de alimentos que producen raciones balanceadas para cerdos; la utilización de desperdicios de cocina y de otros desechos en la alimentación porcina; el proceso del mercadeo por intermedio de ventas organizadas, el sacrificio de los animales y el procesamiento de la carne de cerdo. Además se

visitaron algunos programas de desarrollo porcino y se observaron las actividades de las secciones de Ciencia Animal y de Medicina Veterinaria del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), especialmente en lo relacionado con las medidas preventivas que se han tomado con respecto a la fiebre porcina africana.

Trabajo en Fincas Porcícolas

Se formaron grupos de dos becarios y éstos fueron localizados en fincas porcícolas, en el Valle del Cauca, cerca del CIAT. Todas estas fincas operaban a escala comercial y estaban dedicadas a la cría, al levante y al engorde de cerdos; las poblaciones de cerdos oscilaron entre 500 y 2000 cabezas por granja. Las fincas se habían seleccionado previamente con la cooperación de los propietarios a fin de analizar cada operación y desarrollar un programa simulado de producción, con base en los recursos disponibles en cada empresa.

Entre las principales actividades de los becarios en las fincas se pueden mencionar las siguientes: establecimiento de sistemas de registros de producción y de programas para seleccionar los mejores animales reproductores; instrucción sobre manejo para el personal de campo de las fincas; reorganización de las instalaciones para obtener mayores beneficios y programación de su utilización racional, según el flujo de producción; formulación de raciones y establecimiento de programas de alimentación; tratamiento y utilización de desperdicios de origen porcino; y programas de salud animal.

COOPERACION INTERNACIONAL

Bolivia

La Unidad de Porcinos del CIAT continúa proporcionando asesoría a los proyectos cooperativos en la Universidad

Boliviana Gabriel René Moreno (UB-GRM) y a las actividades de la Comisión de Desarrollo Rural/Banco Interamericano de Desarrollo, en Montegudo, Chuquisaca.

Durante 1978, la piara de cría en la UBGRM aumentó a 200 cerdas para satisfacer la creciente demanda por animales mejorados en el área de influencia del proyecto. Actualmente, se están distribuyendo aproximadamente 100 cerdos por mes a los programas de fomento. También, se despacharon 50 cerdos de pura raza al Proyecto Heifer para su distribución a fincas pequeñas de la región, por intermedio de los programas de extensión agrícola.

La Unidad de Porcinos en la UBGRM se están utilizando en toda su capacidad; hasta finales del año 1978, se han obtenido camadas de 166 partos, con resultados experimentales satisfactorios (Cuadro 1). En 1978 se desarrollaron actividades de adiestramiento para productores y estudiantes recién graduados de la universidad. Se ofrecieron cinco cursos cortos, con una duración de 1 mes, para porcicultores de la región.

Los proyectos de investigación realizados durante 1978, como parte de las actividades cooperativas CIAT/UBGRM, incluyeron los siguientes experimentos: utilización de subproductos de arroz;

evaluación de levadura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) como fuente de proteína y energía en la alimentación porcina, y evaluación de aditivos comerciales en raciones para cerdas en lactancia. La mayoría de estos experimentos constituye material para desarrollar proyectos de tesis para los estudiantes de la Facultad de Medicina y Veterinaria y Ciencia Animal de la mencionada universidad.

En 1978, el Proyecto de Fomento Porcino, en Chuquisaca, amplió sus programas de crédito y fomento para la producción porcina. El crédito está restringido a la financiación conjunta obligatoria de cultivos de maíz y producción porcina; se han establecido tres modelos de empresa, con 15, 30 y 45 cerdas de cría, respectivamente.

En las piaras de demostración, se están probando sistemas de manejo y producción que se pueden implementar a nivel del usuario. Las instalaciones utilizan construcciones sencillas; siempre que sea posible, los pastos se establecen en áreas marginales u otros sitios no aptos para la producción de cultivos en las fincas. Las áreas requeridas para el pastoreo de las piaras se han calculado en 1.5, 3.0 y 4.5 ha para 15, 30 y 45 cerdas, respectivamente. El sistema de alimentación tiene, como base, el maíz producido en la finca, más un suplemento proteínico producido en el área en la cual está asentado el Proyecto. El Cuadro 2 presenta los primeros resultados obtenidos en las piaras de demostración y en uno de los hatos comerciales. En general, los comportamientos productivos fueron satisfactorios.

Adicionalmente, se ha iniciado un programa de trabajo/estudio en conexión con las piaras de demostración, mediante el cual los participantes reciben adiestramiento supervisados por los profesionales a cargo del proyecto, como

Cuadro 1.

Resumen del comportamiento reproductivo obtenido en el Proyecto Cooperativo Universidad Boliviana Gabriel René Moreno-Heifer/CIAT.

Parámetro	Valor
Total de partos	166
Fertilidad (%)	85
Partos/cerda/año	1.6
Lechones/camada al parto	8.5
Lechones/camada al destete,	
56 días	7.6
Peso al nacimiento (kg)	1.25
Peso al destete,	
56 días (kg)	13

Resumen del comportamiento reproductivo obtenido en las piaras del Proyecto del Comité de Desarrollo Rural/Banco Interamericano de Desarrollo.

Parámetro	Unidad de demostración (15 cerdas)	Unidad de demostración (30 cerdas)	Piara comercial del Comité
Total de partos	33	26	243
Lechones/camada al parto	8.0	6.5	7.8
Lechones/camada al destete, 56 días	6.1	5.3	6.2
Peso al nacimiento (kg)	1.4	1.3	1.5
Peso al destete, 56 días (kg)	15.6	16.6	12.5
Mortalidad, nacimiento-destete (%)	19.4	18.9	19.9

un requerimiento indispensable para obtener crédito para las actividades del Proyecto.

El CIAT colaboró en la realización en Chuquisaca de un seminario sobre producción porcina, organizado por la Comisión de Desarrollo Rural de esta localidad. El seminario, con una duración de 1 semana, reunió a 30 profesionales del Proyecto Porcino y de las Juntas Rurales de Crédito.

Además, en 1978 el CIAT realizó un curso sobre Producción Porcina al cual asistieron 3 bolivianos; 1 de los profesionales pertenecía a la UBGRM y los otros 2 representaron al Proyecto de Desarrollo Porcino de Chuquisaca.

Costa Rica

En 1978, los trabajos de cooperación internacional en Costa Rica tuvieron un impacto significativo a través de las actividades desarrolladas por el Programa de Producción Porcina, del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), en la Zona Bananera de la costa atlántica de este país centroamericano. A mediados del año, se inauguró el Centro de Investigación y Fomento Porcino en la Estación Experimental "Los Diamantes", en Guápiles, Provincia de Limón, como parte de un

acuerdo cooperativo establecido entre el MAG, la Asociación Nacional de Bananeros y el Banco Central de Costa Rica. Este Centro tiene instalaciones para producir piaras básicas de cría y para realizar investigación aplicada en alimentación y manejo porcino. Las actividades del Centro se iniciaron con cerdos puros importados de Estados Unidos; los cerdos producidos en la piara básica se distribuirán principalmente a los bananeros establecidos en el litoral atlántico del país.

Las actividades de investigación están orientadas hacia la evaluación de sistemas prácticos de alimentación, utilizando bananos de desecho como la fuente principal de energía. La Unidad Porcina del CIAT ha colaborado en el desarrollo de este nuevo Centro, especialmente a través de la planeación de los trabajos de investigación, la asistencia técnica y el adiestramiento a nivel de posgrado.

Fue poco el progreso logrado en 1978 en el Proyecto Porcino Cooperativo de la Universidad de Costa Rica, debido principalmente a que aún no se ha iniciado la construcción de la unidad porcina. Sin embargo, utilizando instalaciones arrendadas, se adelantaron algunos trabajos experimentales y se han obtenido cerdos

puros en la pira básica, para proporcionar cerdos de cría a los productores de la región.

Ecuador

Los programas porcinos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), continuaron sus trabajos de investigación y de fomento porcino en sus áreas de influencia.

El Programa Porcino establecido en la Estación Experimental de Santa Catalina ha intensificado sus actividades de extensión; igualmente, se ha ampliado la labor de diez cooperativas agrícolas en la región andina, cerca a Quito. Se han iniciado actividades similares en otras áreas (Provincias de El Oro y Guayas), bajo el Programa Porcino de la Estación Experimental de Boliche. Con base en los resultados de una encuesta parcial que incluyó a los agricultores de la región, se encontró que la mayoría de los porcicultores en pequeña y mediana escala crían unos cuantos cerdos, bajo sistemas tradicionales de producción (subsistencia). Los trabajos de extensión en estas estaciones consisten en el suministro de asistencia técnica para los productores, especialmente en lo relacionado con la construcción de instalaciones sencillas para alojar cerdos, y de padrotes (reproductores) de razas mejoradas. También, se brinda asistencia en el cálculo de dietas sencillas utilizando, siempre que sea posible, subproductos de los cultivos de la región (cebada, trigo y papa, en la región andina; y banano, arroz y caña de azúcar, en la región suroccidental). Por lo general, antes de iniciar la colaboración técnica con el personal de las cooperativas, a nivel de producción, se proporciona adiestramiento práctico a los técnicos que trabajan en las Unidades del Programa Porcino del INIAP. Con este objetivo y para propósitos de demostración, se han construido

chozas o cobertizos con techo de paja, hechos con materiales locales, en los cuales se puede albergar un número limitado de cerdos en condiciones controladas de semiconfinamiento.

Las actividades en el Programa Porcino de la Estación Experimental en Santo Domingo de los Colorados fueron reestructuradas y ahora están orientadas hacia la validación de tecnología, especialmente, en relación con el manejo y la alimentación de los cerdos. Los resultados experimentales que se obtengan servirán para establecer ensayos o hacer aplicaciones prácticas a los niveles regional o local, principalmente en la región occidental de este país.

La Unidad de Porcinos del CIAT ha proporcionado colaboración mediante visitas periódicas y asistencia técnica, con base en nueva orientación que se ha dado a las actividades de los programas porcinos del INIAP. En el curso sobre producción porcina, realizado en el CIAT en 1978, participaron dos profesionales que trabajan en estos programas.

Perú

Las actividades del Programa Porcino del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA), localizado en Pucallpa, se han orientado hacia la continuación de la actualización de registros sobre producción porcina, en la granja del Programa y hacia la realización de trabajos de investigación, especialmente sobre algunos aspectos de la alimentación. Se continuó la distribución de cerdos de base a los porcicultores de la región, pero, por razones económicas, las actividades de extensión y de asistencia fuera del área del Programa, han sido limitadas.

Los datos sobre comportamiento reproductivo y producción de camadas, obtenidos en 3 años consecutivos (1976-1978), confirman los resultados parciales mencionados anteriormente (Informe Anual del CIAT, 1977), en los cuales se indicó que los cerdos de la raza Yorkshire se adaptan y comportan satisfactoriamente a las condiciones tropicales de Pucallpa. Los estudios sobre el efecto de los ciclos climatológicos sobre el tamaño de la camada y el peso de los lechones al nacimiento y a los 21 y 56 días (destete), muestran que estos parámetros no fueron afectados, al menos durante un período de observación de 2 años (1977-1978).

En 1978, se completaron los trabajos experimentales sobre utilización de insumos disponibles localmente en programas de alimentación, especialmente, puliduras de arroz y raíces de yuca. Los principales ensayos realizados incluyeron: la utilización de raíces frescas

de yuca con suplementos proteínicos a base de harina de pescado que contenían 20, 30 y 40 por ciento de proteína, durante el período de crecimiento; niveles de 50 y 90 por ciento de puliduras de arroz, suplementadas con harina de pescado, en dietas para porcinos en crecimiento; además, se estudió el efecto del número de raciones diarias de una dieta a base de puliduras de arroz, durante los períodos de crecimiento y acabado. Adicionalmente, se están realizando aún ensayos sobre la utilización de las deyecciones de los cerdos en la producción de peces en estanques (conjuntamente con la Sección de Piscicultura) y en la fertilización de cultivos de yuca.

En el curso de producción porcina efectuado en 1978, participaron tres peruanos. Los tres profesionales representaron al IVITA, al Ministerio de Agricultura y Producción de Alimentos y a la Universidad de Piura, respectivamente.

INVESTIGACION

En 1978, las actividades de investigación realizadas por la Unidad de Porcinos del CIAT se enfocaron hacia la utilización de la yuca en la alimentación porcina. Los estudios incluyeron: el efecto de la adición de melaza de caña a las dietas para porcinos a base de harina de yuca; el proceso de ensilaje y la utilización del ensilaje de raíces de yuca; el suministro de harina de hojas de yuca y la producción y evaluación de proteína unicelular utilizando raíces frescas de yuca como sustrato energético. Adicionalmente, se determinó el contenido de ácido cianhídrico en las raíces de algunas variedades de yuca, como también de los productos derivados de la yuca. Se utilizó una nueva metodología, la cual permite medir en forma más precisa el contenido de este compuesto tóxico en las raíces.

Harina de Yuca

Los resultados experimentales que se habían obtenido anteriormente (Informe Anual del CIAT, 1976) demostraron que la harina de yuca puede suministrar la mayor parte de los requerimientos calóricos de los cerdos, sustituyendo parcial o totalmente las fuentes energéticas convencionales, especialmente, los cereales. La limitación principal en el uso práctico de la harina de yuca en programas de alimentación porcina es un costo relativamente alto, en comparación con otras fuentes energéticas. Además, la utilización de altos niveles de harina de yuca resulta en raciones con una textura o apariencia muy polvorosa.

Una solución posible a estos problemas es la adición de melaza de caña para

reducir la cantidad de harina de yuca en las dietas y mejorar su consistencia física. Ya se ha demostrado (Informe Anual del CIAT, 1976) la factibilidad de emplear niveles crecientes de melaza con una dieta a base de harina de yuca; sin embargo, el manejo de este tipo de alimento requiere mucha mano de obra para reajustar periódicamente los niveles de melaza que se han de utilizar. Para simplificar el manejo de este sistema se evaluaron dos niveles de melaza: 10 por ciento, durante la fase de crecimiento y 20 por ciento durante el período de acabado. En el Cuadro 3 se presenta la composición de las dietas experimentales para los períodos de crecimiento y de acabado; las dietas proporcionaron el 16 y 13 por ciento de la proteína para los períodos de crecimiento y de acabado, respectivamente.

El Cuadro 4 presenta los resultados del experimento. Los cerdos alimentados con la ración de harina de yuca presentaron una tasa de crecimiento (ganancia diaria promedio) ligeramente menor que los alimentados con las dietas testigo. La adición de la melaza mejoró el comportamiento de las dietas a base de sorgo y de las dietas a base de harina de yuca. El

mejoramiento fue más marcado con la dieta a base de harina de yuca, la cual proporcionó una mejor conversión del alimento (alimento suministrado/ganancia de peso) que los otros tres grupos experimentales. Los resultados de este experimento, al igual que los del anterior, sugieren que la adición de melaza a las dietas a base de harina de yuca ayuda a mejorar el comportamiento de los cerdos en la fase de crecimiento al aumentar el consumo de la dieta, cuando se utilizan mayores niveles de melaza, o mejorando la eficiencia o la conversión alimenticia, cuando se utilizan niveles del orden del 10 y 20 por ciento en los períodos de crecimiento y acabado, respectivamente.

Ensilaje de Raíces

En las regiones tropicales, con alta precipitación y alta humedad relativa, es difícil secar las raíces de yuca picadas a fin de producir harina. El ensilaje es un método práctico para conservar las raíces picadas bajo estas condiciones. En 1978, la Unidad de Porcinos hizo varios estudios sobre ensilaje de raíces de yuca y evaluó el producto final para determinar su calidad nutricional.

Cuadro 3.

Composición porcentual de las raciones experimentales, a base de harina de yuca y con dos niveles de melaza.

Ingrediente	Variable experimental			
	Sorgo + torta de soya (testigo)		Harina de yuca + torta de soya	
	sin melaza	con melaza	sin melaza	con melaza
Sorgo	77 (85) ¹	65 (60)	-	-
Harina de yuca	-	-	65 (72)	55 (51)
Torta de soya	19 (11)	21 (16)	31 (24)	31 (25)
Melaza	-	10 (20)	-	10 (20)
Premezcla ²	4	4	4	4

¹ Los porcentajes entre paréntesis corresponden a los niveles de ingredientes en las raciones para cerdos en acabado.

² Composición de la premezcla: harina de huesos, 87.5%; sal yodada, 7.5%; premezcla de minerales y vitaminas, 5%.

Resultados de las raciones a base de sorgo o harina de yuca, con dos niveles de melaza, para cerdos durante los períodos de crecimiento y acabado.

Parámetro	Variable experimental			
	Sorgo + torta de soya (testigo)		Harina de yuca + torta de soya	
	sin melaza	con melaza	sin melaza	con melaza
No. de días experimentales	112	112	119	112
Cerdos/grupo	9	10	9	10
Peso vivo promedio (kg)				
Inicial	16.5	16.1	16.0	16.2
Final	95.9	99.0	93.3	93.7
Ganancia diaria promedio (kg)	0.71	0.74	0.65	0.69
Consumo diario promedio (kg)	2.35	2.52	2.22	2.22
Relación Consumo/Ganancia	3.3	3.4	3.4	3.2

Las raíces de yuca se lavaron a fin de remover el exceso de material extraño; posteriormente, se cortaron en tajadas pequeñas con una picadora mecánica. Estas tajadas se pueden empacar en silos (Figura 1), cuando es necesario preservar cantidades considerables del producto o bien en bolsas de polietileno (Figura 2), para pequeñas cantidades.

Los silos se hacen con paredes de madera forradas con metal (2.3 m de largo, 1.5 m de ancho y 1.2 m de alto, dando una capacidad total de 4.1 m). En este silo



Figura 1. Silo construido con paredes laterales de madera, recubiertas con hojas de metal, para conservar raíces de yuca.

portátil, colocado sobre un piso de concreto, se conservaron 5 toneladas de yuca durante 6 meses. La superficie del ensilaje se cubrió con plástico, sobre el cual se colocó viruta de madera y tejas para prevenir la entrada de aire; el silo se mantuvo cubierto con un toldo para protegerlo de las lluvias.

Cambios Químicos en las Raíces Ensiladas

La Figura 3 muestra los resultados de la medición del contenido de materia seca y



Figura 2. Ensilaje de raíces de yuca almacenado en bolsas de polietileno.

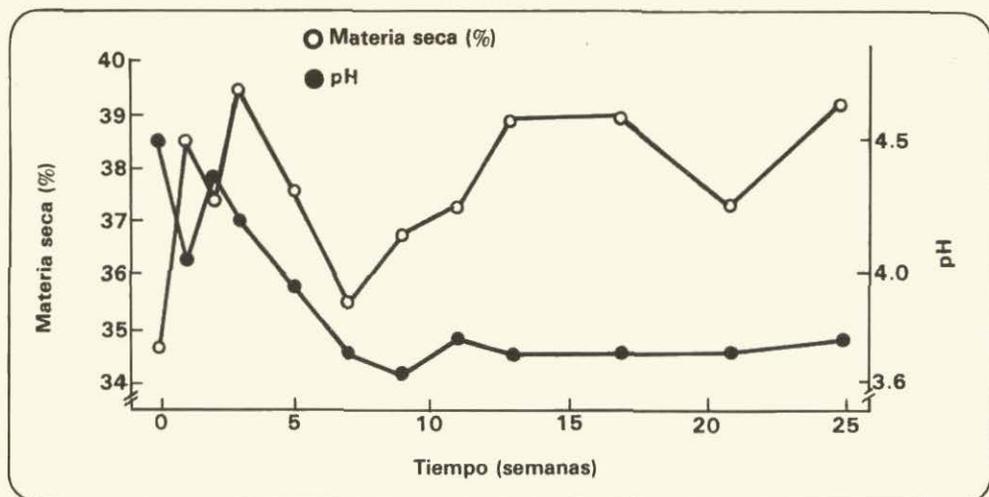


Figura 3. Cambios ocurridos con el transcurso del tiempo, en el contenido de materia seca y en el pH de raíces de yuca ensiladas, en el CIAT.

del pH de las muestras del ensilaje, durante los 6 meses del almacenamiento. Las raíces ensiladas incluyeron una mezcla de las variedades M Ven 270, M Ven 53 y M Col 655 A. Se observaron variaciones marcadas, posiblemente debidas a la técnica del muestreo utilizada, en los contenidos de materia seca y de carbohidratos totales. Se observaron tendencias hacia un aumento en el contenido de materia seca y una disminución en los carbohidratos totales durante el período del ensilaje. Los contenidos iniciales y finales de materia seca y carbohidratos fueron del 34.5 y 39.1 por ciento, y del 90 y 80 por ciento, respectivamente. La concentración de la materia seca y la reducción en los carbohidratos totales se debió a la pérdida de agua y a la utilización de los carbohidratos en la fermentación anaeróbica durante el proceso del ensilaje. Durante las primeras 7 semanas, después del inicio del proceso del ensilaje, se observó una rápida disminución en el pH, de 4.5 a 3.7. Aunque no se midió la concentración de ácidos grasos volátiles, la disminución en el pH debió haber sido causada parcialmente por la producción de estos ácidos, especialmente del ácido láctico, como productos de la fermen-

tación anaeróbica, la cual utiliza el almidón contenido en las raíces como sustrato energético.

El Cuadro 5 presenta los resultados del análisis proximal de las muestras iniciales y finales de la yuca ensilada. En este caso, el extracto no nitrogenado (carbohidratos solubles) se estimó por diferencia; el contenido fue superior al encontrado para las muestras analizadas específicamente para determinar su contenido de carbohidratos (Figura 3). Los cambios más importantes observados fueron las dis-

Cuadro 5.

Composición química porcentual de la materia seca de raíces frescas de yuca y ensiladas (6 meses).

Componente	Raíces frescas	Raíces ensiladas
Materia seca	34.6	39.1
Proteína cruda (N x 6.25)	2.8	3.2
Grasas o extracto etéreo	1.2	2.0
Fibra cruda	2.4	5.5
Cenizas	2.3	2.9
Extracto libre de nitrógeno ¹	91.2	86.5

¹ Estimado indirectamente por diferencia.

minuciones en el contenido de humedad y del extracto libre de nitrógeno, y los aumentos en los contenidos de grasas (extracto etéreo) y fibra cruda. Los análisis químicos de las muestras tomadas del silo, durante el período de almacenamiento, variaron considerablemente; parte de esta variación pareció deberse al sistema de muestreo (realizado a diferentes profundidades, con un implemento para tomar muestras de suelo) y al hecho de que las muestras mixtas representaron tres variedades de yuca.

Efectos de la Adición de Sal y Duración del Ensilaje

Para estudiar los efectos de la duración del período de ensilaje y de la adición de sal a las raíces que se iban a ensilar, se hizo una evaluación nutricional con cerdos, durante los períodos de crecimiento y acabado. Las raíces ensiladas en bolsas de polietileno durante un mínimo de 6 meses, se compararon con las raíces ensiladas durante un tiempo menor. Además, se mezcló sal común con la mitad de cada lote experimental, en una dosis del 2 por ciento del peso fresco de la yuca picada al momento de ensilarla.

Los resultados del análisis químico de las raíces ensiladas en bolsas de polietileno fueron similares a los de la yuca conservada en un silo, pero el contenido de fibra cruda (aproximadamente un 2%) de las raíces almacenadas en bolsas fue ligeramente menor; el contenido de cenizas (aproximadamente 5.4-5.8%) fue casi el doble para las raíces ensiladas con sal.

El suplemento proteínico empleado para balancear el ensilaje de yuca proporcionó un 42 por ciento de proteína cruda y contuvo los siguientes porcentajes de ingredientes: torta de soya, 44; torta de algodón, 44; harina de huesos, 9; vitaminas generales, 1; y sal, 2 (reemplazada por un

2% de harina de yuca en suplementos utilizados con el ensilaje, al cual se le había adiconado sal). En determinado día, el suplemento se mezcló con el ensilaje de yuca al momento de alimentar los cerdos; al día siguiente, sólo se proporcionó ensilaje.

El Cuadro 6 presenta los comportamientos de los cerdos alimentados con raciones a base de raíces ensiladas. No se observaron diferencias en el aumento de peso de los cerdos. El consumo promedio de raíces ensiladas por cerdo, durante 6 meses, fue ligeramente menor que para los animales alimentados con raíces por un tiempo menor. En ambos casos, la adición de sal disminuyó el consumo del ensilaje pero, como se obtuvo la misma ganancia de peso, esta dieta produjo una mejor conversión alimenticia.

Los resultados experimentales adicionales han demostrado que se puede obtener un comportamiento similar mezclando todos los días o cada 2 días, el suplemento de proteína-minerales-vitaminas con ensilaje de yuca. Otros resultados también sugieren que la adición, cada 2 días, de 10 por ciento de melaza de azúcar al ensilaje y a la mezcla del suplemento, proporciona una mejor eficiencia de conversión alimenticia durante los períodos estudiados.

Evaluación de Diferentes Suplementos Proteínicos

Con el fin de evaluar varias fuentes de proteína que se podrían utilizar para suplementar raciones a base de raíces de yuca ensilada, se hizo un experimento con cerdos durante las fases de crecimiento y de acabado, utilizando los suplementos proteínicos con las composiciones mostradas en el Cuadro 7. Estos suplementos proporcionaron niveles de proteína en el 41 y 52 por ciento; según la fuente de proteína

Cuadro 6.

Comportamiento de cerdos, durante los períodos de crecimiento y acabado, cuando se les suministró raciones a base de ensilaje de raíces de yuca.¹

Parámetro	Raíces de yuca ensilada:			
	durante más de 6 meses		durante menos de 6 meses	
	sin sal	con sal	sin sal	con sal
Peso vivo promedio (kg)				
Inicial	21.7	22.0	21.9	21.8
Final	96.7	95.7	96.6	97.0
Ganancia diaria promedio (kg)	0.63	0.62	0.63	0.63
Consumo diario promedio (kg)				
Ensilaje	3.30	2.87	3.45	3.20
Suplemento ²	0.78	0.78	0.78	0.78
Relación Consumo/Ganancia ³	3.71	3.45	3.84	3.63

1 Promedios para seis cerdos/tratamiento, alimentados individualmente durante un experimento de 119 días.

2 Suplemento de proteína, minerales y vitaminas, el cual proporcionó un 42 por ciento de proteína.

3 Con base en un contenido de materia seca del 90 por ciento.

suministrada, variaron las cantidades mezcladas con las raíces ensiladas.

Debido a la disponibilidad limitada de raíces ensiladas, el ensayo se completó después de 18 semanas. Los grupos de cerdos alimentados con raíces ensiladas y con suplementos de torta de soya o una mezcla de torta de soya y torta de algodón, alcanzaron el peso normal esperado (90 kg) para finales del experimento, en tanto que

los otros grupos presentaron menores pesos (Cuadro 8). Las ganancias promedio de peso de los grupos alimentados con ensilaje de raíces de yuca fueron similares a las del grupo testigo, excepto que el grupo alimentado con el suplemento a base de harina de pescado presentó un comportamiento más pobre que los otros grupos. Los cerdos alimentados con una mezcla de raíces de yuca ensiladas y el suplemento proteínico (a base de harina de pescado)

Cuadro 7.

Composiciones porcentuales de diferentes suplementos preparados con diferentes fuentes de proteína, para su utilización con raíces ensiladas de yuca.

Ingrediente	Fuente de proteína			
	Torta de algodón + torta de soya	Torta de soya	Torta de algodón + harina de pescado	Harina de pescado
Torta de algodón	44	-	48.5	-
Torta de soya	44	88	-	-
Harina de pescado	-	-	48.5	97
Harina de huesos	9	9	-	-
Sal	2	2	2	2
Minerales y vitaminas	1	1	1	1
Proteína calculada (%)	41	44	47	52

Cuadro 14.

Contenidos de cianuro total y libre, en las cáscaras y parénquima de las raíces, de cuatro variedades de yuca.

Variedad	Cianuro en la cáscara			Cianuro en el parénquima			Relación cianuro
	Total (ppm)	Libre (ppm)	Libre/Total (%)	Total (ppm)	Libre (ppm)	Libre/Total (%)	Parénquima/cáscara
Llanera	777	58.3	7.5	29.9	0.98	3.3	1:26
M Ven 218	1221	160.3	13.1	55.3	6.50	11.8	1:22
M Col 1684	796	87.2	11.0	401.8	7.18	1.8	1:2
M Col 22	2251	92.7	4.1	153.9	7.84	5.1	1:15

1 Promedios de cinco mediciones; los contenidos se expresan con base en el peso fresco (las plantas tenían 9 meses de edad).

Products Institute (TPI), en el Reino Unido, desarrolló un método enzimático para determinar el contenido de cianuro en una muestra de yuca. El método sobrepasa la sensibilidad, reproductibilidad y velocidad de los métodos cuantitativos utilizados anteriormente. En colaboración con el Doctor Rodney Cooke, quien desarrolló la nueva tecnología en el TPI, se estableció este método de análisis en los laboratorios del CIAT.

Se analizaron cinco raíces de tres plantas de yuca de cada una de las variedades Llanera, M Ven 218, M Col 1684 y M Col 22. Las plantas habían sido cultivadas en lotes experimentales del Programa de Yuca del CIAT, Sección de Mejoramiento Varietal. Se determinaron los contenidos de cianuro total y libre en la cáscara de las raíces y en el tejido parenquimatoso de un corte central, hecho en forma de disco, de cada una de las raíces. El Cuadro 14 presenta los resultados promedios de estos análisis con relación al cianuro libre/cianuro total y del cianuro total en el parénquima/cianuro total en la cáscara.

Las variaciones entre las raíces en la misma variedad fueron considerables; ya se habían encontrado tales variedades en estudios similares realizados en el Instituto

Internacional de Agricultura Tropical (IITA). La relación cianuro libre/cianuro total mantuvo un nivel cercano al 10 por ciento, especialmente en la cáscara. Los contenidos de cianuro total en las cáscaras son relativamente altos, aún en variedades como M Col 22, la cual se considera baja en contenido de cianuro. Teniendo en cuenta que para la alimentación animal se utiliza la totalidad de la raíz, incluyendo la cáscara, se puede afirmar que la relación del cianuro total en las cáscaras es aproximadamente 15-25 veces mayor que en el tejido parenquimatoso. En las variedades "amargas" de yuca, tales como M Col 1684, el contenido de cianuro en el parénquima es muy alto, aproximadamente la mitad de la concentración en la cáscara.

Los análisis del contenido de cianuro en otros productos derivados de la yuca, tales como harina, ensilaje de raíces, harina de hojas, hojas frescas y biomasa proteínica unicelular, se hicieron con muy pocas muestras para obtener conclusiones válidas. En general, las concentraciones de cianuro en estos productos fueron mucho menores que las observadas en muestras de raíces frescas. Por ejemplo, dos muestras de ensilaje de raíces analizadas después de 6 meses de conservación, presentaron

concentraciones de 30 y 38 ppm de cianuro, en la forma de cianuro libre.

El nuevo método analítico mencionado anteriormente, permitirá adelantar es-

tudios más precisos, los cuales podrán medir cambios significativos en el contenido de cianuro bajo diferentes métodos de almacenamiento o de procesamiento de raíces y productos de yuca.

PUBLICACIONES

- Buitrago, J., J. Chamorro, E. Taborda y G. Gómez.** 1977. Melaza, puliduras de arroz y torta de algodón para cerdos en crecimiento y acabado. *In Proc. VI Reunión ALPA (Habana, Cuba, dic. 4-9 1977).* 2:143. (Resumen).
- Buitrago, J., M. Musmanni, J.H. Maner y V. Carrizo.** 1977. Maíz y sorgo enteros para cerdos en crecimiento. *In Proc. VI Reunión ALPA (Habana, Cuba, dic. 4-9 1977).* 2:144 (Resumen).
- Cabeza M., J. Buitrago y A. Owen.** 1977. Rendimiento y comportamiento de cerdos criollos Zungo vs. Duroc-Jersey. *In Proc. VI Reunión ALPA (Habana, Cuba, dic. 4-9 1977).* 2:145. (Resumen).
- Gómez, G., J. Santos, P. Zamora y A. Monsalve.** 1977. Harina de yuca y metionina en dietas para cerdas gestantes y lactantes. *In Proc. VI Reunión ALPA (Habana, Cuba, dic. 4-9 1977).* 2:140 (Resumen).
- Gómez, G., J. Santos y J. Chamorro.** 1977. Suplementación de dietas a base de harina de yuca para cerdos en crecimiento y acabado. *In Proc. VI Reunión ALPA (Habana, Cuba, dic. 4-9 1977).* 2:142 (Resumen).
- Gómez, G., J. Santos y J. Chamorro.** 1977. Niveles crecientes de melaza en dietas a base de puliduras de arroz o de harina de yuca para cerdos en crecimiento y acabado. *In Proc. VI Reunión ALPA (Habana, Cuba, dic. 4-9 1977).* 2:151. (Resumen).
- Santos, J., y G. Gómez.** 1977. Producción de proteína microbiana usando las raíces de yuca como sustrato energético. *In Proc. VI Reunión ALPA (Habana, Cuba, dic. 4-9 1977).* 2:150. (Resumen).
- Trujillo, C., J. Santos, L.E. Beltrán, J. Buitrago y G. Gómez.** 1977. Características y perspectivas de la producción porcina en Colombia. *In Memorias Primer Encuentro Nacional de Zootecnistas (Medellín, Colombia, dic. 8-10 1977).* 155 pp.

Cuadro 12.

Composición porcentual de las dietas experimentales para cerdos en crecimiento y acabado, para hacer evaluaciones nutricionales de la proteína unicelular (PUC).

Ingrediente	Sorgo + torta de soya	Harina de yuca + torta de soya	Harina de yuca +	
			PUC sin metionina	PUC con metionina
Sorgo	77.8 (85.4) ¹	-	-	-
Harina de yuca	-	66.1 (72.4)	52.8 (61.0)	52.5 (60.7)
Torta de soya	18.0 (10.4)	29.4 (23.1)	-	-
Biomasa de <i>A. fumigatus</i> 1-21A	-	-	43.0 (34.8)	43.0 (34.8)
Harina de huesos	3.5	3.5	3.5	3.5
Sal	0.5	0.5	0.5	0.5
Minerales y vitaminas	0.2	0.2	0.2	0.2
DL-metionina	-	0.3	-	0.3

¹ Los números entre paréntesis corresponden a los porcentajes de las dietas para cerdos en acabado.

de los grupos alimentados con proteína unicelular suplementada con metionina. Estos dos grupos experimentales presentaron tasas promedio diarias de consumo por cerdo similares, pero la suplementación con metionina aumentó

significativamente las ganancias de peso y la eficiencia de conversión alimenticia. Para el caso de la proteína unicelular suplementada con metionina, este último parámetro parece ligeramente mejor que el obtenido con la dieta a base de torta de

Cuadro 13.

Resultados de la evaluación nutricional de la proteína unicelular (PUC), en dietas para cerdos en crecimiento y acabado.¹

Parámetro	Sorgo + torta de soya	Harina de yuca + torta de soya	Harina de yuca +	
			PUC sin metionina	PUC con metionina
Duración del experimento (días)	112	119	140	119
No. de cerdos	7	6	6	6
Peso vivo promedio (kg)				
Inicial	15.8	15.8	15.8	15.8
Final	94.4	95.7	90.0	90.7
Ganancia diaria promedio (kg)	0.70	0.67	0.53	0.63
Consumo total/cerdo (kg)	288.2	282.4	292.1	252.8
Consumo diario promedio (kg)	2.57	2.37	2.09	2.12
Relación Consumo/Ganancia	3.67	3.53	3.94	3.37

¹ Promedios para los cerdos alimentados individualmente durante el experimento.

soya y harina de yuca, pero el peso final de los cerdos en otros grupos es diferente y no se pueden obtener conclusiones definitivas. Los resultados de los comportamientos de los cerdos alimentados con la dieta a base de proteína unicelular suplementada con metionina, variaron en mayor grado en comparación con los otros grupos experimentales.

Se sacrificaron 11 cerdos (2 del grupo alimentado con harina de yuca más torta de soya y 3 de cada uno de los otros tres grupos), con el fin de evaluar características de los canales y de tomar muestras de tejidos y órganos para efectuar estudios histopatológicos. No se observaron diferencias en las calidades de las canales a juzgar por las medidas del espesor de grasa dorsal ni en las proporciones obtenidas de los diferentes cortes. Se tomaron muestras de un total de 18 tejidos u órganos de cada cerdo, las cuales serán analizadas. No se observaron cambios significativos en las muestras tomadas de órganos internos. El personal de la Sección de Salud Animal del Programa de Ganado de Carne del CIAT, está colaborando en estos estudios.

Durante el experimento, se tomaron muestras de sangre de todos los cerdos para hacer análisis hematológicos y otras determinaciones de parámetros bioquímicos de la sangre. Los resultados indicaron que la proteína unicelular suministrada a los cerdos no alteró significativamente ninguno de los parámetros estudiados, lo cual confirma los resultados de experimentos previos hechos con animales de laboratorio, en la Universidad de Guelph.

La experiencia adquirida durante 2 años de operación de la planta piloto, demuestra la factibilidad técnica de producir proteína unicelular utilizando raíces molidas de yuca como sustrato energético para

obtener una biomasa que presente un buen contenido de proteína cruda. La calidad nutricional de esta proteína es buena para la alimentación animal si se suplementa adecuadamente con metionina, el aminoácido más limitante. Aparentemente, la biomasa proteínica no afecta adversamente la salud de los animales que la consumen.

Las precauciones de seguridad que son normalmente observadas en una planta piloto se pueden considerar como una protección adecuada para el manejo del microorganismo empleado en la fermentación. Sin embargo, la transferencia de esta tecnología requiere la consideración cuidadosa de aspectos tales como la factibilidad económica y otros factores que pueden afectar el comportamiento de la operación total de producción, a escala comercial.

Contenidos de Cianuros en Raíces de Yuca y Productos Derivados

Los resultados obtenidos de las investigaciones que se han hecho en relación con el valor nutricional de las raíces o de los productos derivados de la yuca, utilizados especialmente en la alimentación, muestran una falta de consistencia. Quiere ésto decir que los resultados no se repiten. Algunas de estas discrepancias se deben a variaciones en las composiciones químicas de los productos, las cuales pueden ser ocasionadas por diversos factores. Con frecuencia, la variedad de la yuca utilizada no se identifica o bien, no se determina cuál es el contenido de cianuro en los productos analizados. Hasta hace poco tiempo la mayoría de los métodos analíticos utilizados para hacer las determinaciones no era totalmente confiable debido a que las técnicas de análisis empleadas eran inexactas e imposibles de reproducir. Recientemente, el Tropical

Efectos de la utilización de dos niveles de harina de hojas de yuca, en las raciones de porcinos, durante los períodos de crecimiento y acabado.¹

Parámetro	Testigo (torta de soya)	Harina de hojas de yuca	
		20%	40%
Peso vivo promedio (kg)			
Inicial	15.1	15.1	15.3
Final	101.1	98.3	96.8
Duración del experimento (días)	119	147	147
Ganancia diaria promedio (kg)	0.72	0.57	0.55
Consumo diario			
promedio (kg)	2.32	2.44	2.59
Relación Consumo/Ganancia	3.2	4.3	4.7

1 Promedio de cinco cerdos/grupo.

clase de proteína durante el período de gestación, pero, debido a la falta de materias primas, no fue posible hacer estos experimentos.

Producción y Evaluación de la Proteína Unicelular

Durante 1978, se progresó significativamente en las actividades de la planta piloto del CIAT para la producción de proteína unicelular partiendo de la fermentación de raíces de yuca. La satisfactoria operación del fermentador de 3000 litros permitió la producción de suficientes cantidades de biomasa para llevar a cabo los estudios nutricionales con cerdos, durante los períodos de crecimiento y acabado.

Producción

Se hicieron 35 fermentaciones con el fermentador de 3000 litros (Cuadro 11). El sustrato empleado fue raíces frescas de yuca molida, de diferentes variedades, con un total utilizado de 420-430 kg de yuca por fermentación. La concentración inicial de carbohidratos solubles fue de aproximadamente un 4 por ciento ó 40 g/litro. Se

utilizó el hongo *Aspergillus fumigatus* I-21A, en todas las fermentaciones, siguiendo el procedimiento ya descrito (Informe

Cuadro 11.

Producción de proteína unicelular a partir de raíces frescas de yuca, utilizando *Aspergillus fumigatus* I-21A, en un fermentador de 3000 litros de capacidad.

Parámetro	Valor
Yuca fresca/cada fermentación (kg)	423
Concentración de carbohidratos solubles (g/litro)	
Inicial	41.1
Final	15.1
pH prom. del medio de fermentación	
Inicial	3.5
Final	5.2
Proteína cruda en la biomasa seca (%)	34.2
Duración prom. de la fermentación (horas)	21
Cantidad prom. de biomasa seca producida/cada fermentación (kg)	55.5

Anual del CIAT, 1976). Los resultados obtenidos con el fermentador de 3000 litros han sido superiores a los obtenidos el año anterior con el fermentador de 200 litros especialmente, en relación con el contenido de proteína cruda en la biomasa seca final, resultante de la utilización más eficiente de los carbohidratos de la yuca por el hongo.

La dificultad principal había sido la recolección de la biomasa producida en el fermentador grande y especialmente, la extracción del agua a niveles suficientemente bajos para permitir el secamiento rápido de la biomasa. Para extraer el agua se ha utilizado una máquina cosechadora especial (filtro-prensa) la cual fue diseñada y construida en la Universidad de Guelph, Canadá (Figura 4). Además, se ha utilizado otra prensa operada por un gato hidráulico. Este implemento, construido en los talleres del CIAT, permite una mejor extracción del agua de la biomasa y forma una torta, la



Figura 4. Extracción parcial del agua de la biomasa de proteína unicelular, utilizando una prensa de filtros construida en la Universidad de Guelph, Canadá.

cual se muele con facilidad en la picadora de yuca. La harina de la biomasa molida (con un 65% de agua) se puede secar al sol en 6-8 horas o bien en un horno de aire forzado.

Evaluación Nutricional

El Cuadro 12 presenta la composición porcentual de las dietas experimentales utilizadas para la evaluación nutricional de la biomasa proteínica para alimentar cerdos en los períodos de crecimiento y acabado. Resultados anteriores obtenidos en Guelph y en el CIAT mostraron que la proteína unicelular tiene una deficiencia marcada en aminoácidos azufrados, especialmente metionina. Estos experimentos también habían demostrado los efectos benéficos logrados al suplementar este aminoácido, al hacer evaluaciones biológicas con ratas. En los experimentos de alimentación porcina realizados en 1978 se utilizó proteína unicelular como única fuente de proteína en las dietas, con (0.3%) o sin la adición de DL-metionina. La biomasa proteínica secada al sol presentó la siguiente composición química (en porcentajes): humedad, 11.6; proteína cruda (N x 6.25), 35.0; extracto etéreo o grasas totales, 3.0; fibra cruda, 19.3; extracto no nitrogenado, 30.0; cenizas, 4.1; calcio, 0.2; y fósforo, 0.8. Según las mediciones hechas en una bomba calorimétrica, la energía total de la biomasa unicelular fue de 4260 cal/g.

El Cuadro 13 presenta los resultados experimentales de la evaluación nutricional de la proteína unicelular. La calidad nutricional de la proteína fue buena y se comparó favorablemente con la torta de soya, siempre y cuando se suplementara con metionina. La biomasa proteínica sin metionina produjo resultados inferiores; los cerdos requirieron 3 semanas adicionales para alcanzar un peso promedio final similar al

Comportamiento de cerdos alimentados con raciones a base de ensilaje de raíces de yuca, en combinación con varias fuentes de suplementación proteínicos.¹

Parámetro	Ración testigo	Raíces ensiladas de yuca +			
		Torta de algodón + torta de soya	Torta de soya	Torta de algodón + harina de pescado	Harina de pescado
Peso vivo promedio (kg)					
Inicial	16.3	16.1	16.3	16.2	16.2
Final	87.0	90.9	90.4	85.0	79.2
Ganancia diaria promedio (kg)	0.56	0.59	0.59	0.55	0.50
Consumo diario promedio (kg)					
Ensilaje	-	2.85	3.10	3.01	2.98
Suplemento	(2.06) ²	0.86	0.73	0.67	0.60
Relación Consumo/Ganancia ³	3.68	3.61	3.58	3.65	3.84

1 Promedio de 10 cerdos/grupo; duración del experimento: 126 días. Las raíces ensiladas contenían aproximadamente 40 por ciento de materia seca.

2 Consumo diario promedio de la ración testigo.

3 Con base en un contenido de materia seca del 90 por ciento.

consumieron una cantidad total más pequeña de la mezcla en comparación con los otros grupos, lo cual indica que la menor apetecibilidad de la mezcla limitó su consumo. El suplemento que contenía harina de pescado con torta de algodón mejoró el comportamiento de los animales aunque no fue igual al observado con los suplementos a base de torta de soya. Generalmente, cada animal consumió una cantidad aproximada de ensilaje de 3 kg por día, una cantidad que es similar a la utilizada en otros esquemas de alimentación que utilizaron raíces frescas picadas (Informe Anual del CIAT, 1975).

Los estudios realizados sobre el proceso del ensilaje de las raíces de yuca y las evaluaciones nutricionales posteriores, indican que este sistema de conservar raíces es promisorio, especialmente para aquellas fincas de pequeña y mediana escala, en regiones con climas húmedos tropicales, en donde el proceso de secamiento para producir harina de yuca

sería muy riesgoso. Se están adelantando investigaciones adicionales para tratar de mejorar el proceso del ensilaje y para desarrollar un sistema adecuado de manejo para alimentar cerdos con raíces de yuca ensilada.

Harina de Hojas de Yuca

Los estudios preliminares realizados por el Programa de Yuca indican que las partes aéreas de la planta de yuca (hojas y tallos más jóvenes), pueden dar buenos rendimientos de materia seca y proteína cruda por unidad de superficie (Informe Anual del CIAT, 1973). El follaje verde o fresco tiene un buen valor alimenticio para ruminantes (Informe Anual del CIAT, 1976); en el caso de animales monogástricos, el follaje se podría utilizar seco, como fuente de proteína.

Se utilizó la variedad de yuca M Col 12 para producir material vegetativo. Las plantas enteras se cortaron a 20 cm por

encima de la superficie del suelo y posteriormente, se pasaron por una picadora de forraje. El forraje picado se secó al sol en bandejas o en pisos de concreto; el material seco se molió para obtener una harina integral. La composición química (en porcentaje) de esta harina utilizada para alimentar cerdos, durante la etapa de crecimiento, fue la siguiente: humedad, 8.5; proteína cruda, 17.2; grasas totales o extracto etéreo, 5.8; fibra cruda 17.5; cenizas, 9.6; calcio, 1.8; y fósforo, 0.3. Los porcentajes se expresan en la muestra seca que contuvo 8.5 por ciento de humedad; el contenido de humedad del forraje fresco, después de picado, dio un promedio del 70 por ciento.

Evaluación Nutricional

Con el fin de aumentar la disponibilidad de información experimental sobre la utilización de proteína foliar y, especialmente, de harina de hojas de yuca y tallos jóvenes, se realizó un experimento con cerdos durante los períodos de crecimiento y acabado, utilizando dos niveles de harina de hojas de yuca (20 y 40% de las dietas) y agregando melaza de caña para mejorar la apetecibilidad de las raciones experimentales. El Cuadro 9 presenta las composiciones de las dietas.

Aunque el experimento incluyó dos repeticiones por tratamiento, los resultados de la segunda repetición fueron significativamente diferentes de la primera, en todos los tratamientos. Los datos del Cuadro 10 corresponden a los resultados obtenidos en la primera repetición. Esto indica que la utilización de niveles crecientes de harina de hojas de yuca tendió a reducir el comportamiento de los cerdos durante los períodos de crecimiento y acabado. Sin embargo, los resultados obtenidos con un 20 por ciento de harina de hojas de yuca, y aún con un 40 por ciento, son aceptables teniendo en cuenta los pesos iniciales de los animales experimentales. El consumo total de las dietas por cerdo, durante el período experimental, fue de 276, 358 y 381 kg para la dieta testigo y las dietas con 20 y 40 por ciento de harina de hojas de yuca, respectivamente.

La información experimental indica que existe un gran potencial para incorporar niveles relativamente bajos (aproximadamente un 20%) de harina de hojas de yuca en dietas para cerdos. Como estos ensayos se hicieron en una escala muy pequeña, no se conoce el costo real de estas fuentes de proteína. Los cerdos deben ser capaces de utilizar altos niveles de esta

Cuadro 9.

Composición porcentual de las dietas experimentales para cerdos, utilizando harina de hojas de yuca, durante los períodos de crecimiento y acabado.

Ingrediente	Testigo (torta de soya)	Harina de hojas de yuca	
		20%	40%
Harina de yuca	53.7 (49.8) ¹	40.5 (36.6)	27.0 (23.3)
Melaza	10.0 (20.0)	10.0 (20.0)	10.0 (20.0)
Torta de soya	31.6 (25.5)	24.8 (18.7)	18.3 (12.0)
Harina de hojas de yuca	-	20.0	40.0
Harina de huesos	4.0	4.0	4.0
Sal	0.5	0.5	0.5
Minerales y vitaminas	0.2	0.2	0.2

¹ Los números entre paréntesis corresponden a los porcentajes de las dietas para cerdos en acabado.