

UTILIZACION DEL SUERO DE QUESO EN COMBINACION CON HARINA
ARROZ RESTRINGIDA PARA CERDOS EN CRECIMIENTO Y ACABADO EN
PASTOREO

TESIS

Presentada al Programa de Estudios para Graduados en Ciencias Agrarias
Universidad Nacional - Instituto Colombiano Agropecuario

Por

JULIO VILLARROEL TAPIA

Como requisito parcial para optar al título de

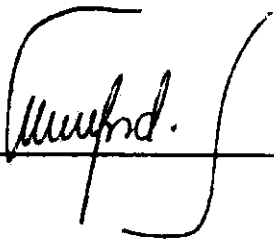
MAGISTER SCIENTIAE

Bogotá, Colombia

1979

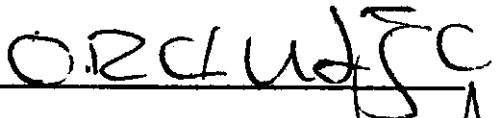
TESIS APROBADA POR
COMITE CONSEJERO

ALBERTO MONCADA B. M.S.



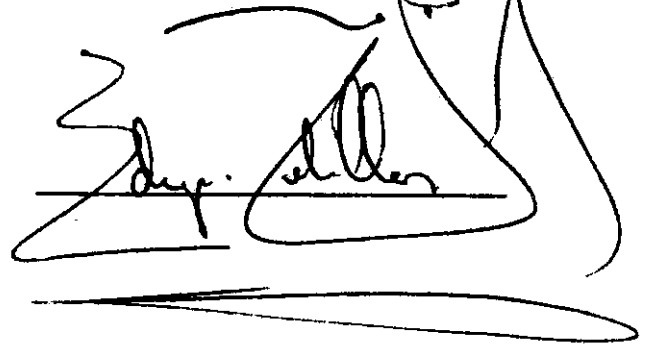
A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alm. B.', written over a horizontal line.

ORLANDO RENDON C. M.S.



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'O.R. Rend. C.', written over a horizontal line.

EDGAR CEBALLOS B. Ph.D.



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Edg. Ceballos', written over a horizontal line. The signature is highly stylized and includes a large, sweeping flourish that extends below the line.

"El Presidente de Tesis y el Consejo Examinador de grado, no serán responsables de las ideas emitidas por el candidato".

(Artículo 217 de los Estatutos de la Universidad Nacional)

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Colombiano de Crédito Educativo y Estudios Técnicos en el Exterior y al Instituto Colombiano Agropecuario, por la oportunidad ofrecida para realizar el curso de post-grado en Ciencias Animales.

Al doctor Alberto Moncada B., Coordinador Nacional del Programa de Porcinos del Instituto Colombiano Agropecuario, Consejero Principal, por su acertada orientación en la preparación y culminación del presente trabajo.

A los doctores Orlando Rendón C. y Edgar Ceballos B., integrantes del Comité Consejero, por su excelente asesoría en la revisión del presente trabajo.

A los doctores Héctor Alvarez G., Gilberto Angel M. y Carlos Poveda H., por su estímulo y colaboración desinteresada.

A la División de Estadística del ICA, en la persona del Licenciado Bernardo Chavez.

A la señora Robertina A. de González, por la mecanografía de los pre-
liminares de la tesis, y a todo el personal de la Sección de Porcinos, de
manera especial al señor Inocencio Morales.

DEDICO :

A mis padres, Esposa e Hijas.

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION.	1
2. REVISION DE LITERATURA.	4
2.1 Suero de Queso.	4
2.1.1 Definición y obtención.	4
2.1.2 Composición del suero y sus productos.	5
2.1.3 Alimentación con suero líquido.	13
2.1.4 Alimentación con suero deshidratado.	23
2.1.5 Alimentación con concentrados proteícos de suero.	26
2.2 Harina de Arroz.	27
2.2.1 Proceso de obtención.	27
2.2.2 Composición química.	31
2.2.3 Valor energético.	36
2.2.4 Utilización en alimentación de cerdos.	37

	Página
2.3	Forrajes Verdes. 42
2.3.1	Importancia. 42
2.3.2	Características nutritivas. 45
2.3.3	Utilización en alimentación de cerdos. 46
3.	MATERIALES Y METODOS. 54
4.	RESULTADOS 63
4.1	Período de Crecimiento 16 a 45 kg. 63
4.2	Período de Acabado 45 a 90 kg. 69
4.3	Período Combinado 16 a 90 kg. 75
4.4	Cálculo de Costos de Alimentación. 81
5.	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES. 85
6.	RESUMEN. 89
7.	SUMMARY. 92
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS. 95

LISTA DE TABLAS

TABLA No.		Página
1	Composición del suero fresco.	6
2	Contenido de nutrientes de varios productos de suero.	14
3	Suministro diario de suero de queso más suplemento alimenticio a cerdos según la edad y peso corporal.	24
4	Composición química del arroz y sus subproductos.	33
5	Composición promedio de pastos verdes en el transcurso de las diferentes fases de maduración.	47
6	Composición química del suero de queso empleada (contenido por litro).	56
7	Composición química de la harina de arroz (contenido por 100 gr.).	57

TABLA No.		Página
8	Composición del concentrado suministrado durante los períodos de crecimiento y acabado.	58
9	Distribución de los cerdos en los diferentes tratamientos.	60
10	Resumen del comportamiento de cerdos durante el período de crecimiento, sometidos a diferentes niveles de harina de arroz más suero de queso en pastoreo.	64
11	Resumen del comportamiento de cerdos durante el período de acabado sometidos a diferentes niveles de harina de arroz más suero de queso en pastoreo.	70
12	Resumen del comportamiento de cerdos durante el período conjunto de crecimiento-acabado, sometidos a diferentes niveles de harina de arroz más suero de queso en pastoreo.	76

TABLA No.		Página
13	Costos de alimentación para los cinco tratamientos en período de crecimiento.	82
14	Costos de alimentación para los cinco tratamientos en período de acabado.	83
15	Costos de alimentación para los cinco tratamientos en período combinado de crecimiento y acabado.	84

LISTA DE FIGURAS

FIGURA No.		Página
1	Tecnología de la elaboración de queso al cuajo y suero.	7
2	Aprovechamiento del suero de queso.	8
3	Proceso de molinado del arroz.	29
4	Aumento promedio diario de peso (kg.) para los cinco tratamientos, en etapa de crecimiento.	65
5	Conversión alimenticia en materia seca (kg.) de los cerdos para los cinco tratamientos en etapa de crecimiento.	66
6	Consumo promedio diario en materia seca (kg.) de los cerdos para los cinco tratamientos en etapa de crecimiento.	67

FIGURA No.		Página
7	Consumo promedio diario de suero de queso líquido por los cerdos en los diferentes tratamientos en etapa de crecimiento.	68
8	Aumento promedio diario de peso (kg.) para los cinco tratamientos en etapa de acabado.	71
9	Conversión alimenticia en materia seca (kg.) de los cerdos para los cinco tratamientos en etapa de acabado.	72
10	Consumo promedio diario en materia seca (kg.) de los cerdos para los cinco tratamientos en etapa de acabado.	73
11	Consumo promedio diario de suero de queso líquido por los cerdos en los diferentes tratamientos en etapa de acabado.	74

FIGURA No.		Página
12	Aumento promedio diario de peso (kg.) para los cinco tratamientos en etapa de crecimiento y acabado.	77
13	Conversión alimenticia en materia seca (kg.) de los cerdos para los cinco tratamientos en etapa de crecimiento y acabado.	78
14	Consumo promedio diario en materia seca (kg.) de los cerdos para los cinco tratamientos en etapa de crecimiento y acabado.	79
15	Consumo promedio diario de suero de queso lı́quido por los cerdos en los diferentes tratamientos en etapa de crecimiento y acabado.	80

1. INTRODUCCION

El aumento de la producción animal, en los países latinoamericanos es promisorio, especialmente en la especie porcina; en base a la disponibilidad de fuentes alimenticias que en un momento dado mejoran los parámetros de productividad al ser utilizadas eficientemente por el animal. Por lo tanto, los programas de producción porcina en América Latina, deberían hacer énfasis en la posibilidad de utilizar subproductos agroindustriales derivados de los cultivos agrícolas, productos pecuarios e industriales más importantes de la región, para evitar competencias inútiles con otras especies animales, inclusive el hombre, en la utilización de alimentos convencionales tales como los cereales.

El costo de alimentación con concentrados representa entre 70% a 80% del costo total de producción en cerdos. Esto indica que cualquier reducción en el costo de producción incidirá positivamente en el aumento de ganancia y rentabilidad para el porcicultor.

En muchos países Latinoamericanos disponen para la alimentación de cerdos de derivados de la elaboración de productos alimenticios como el caso de la industria procesadora de leche, donde se obtienen diversos sub-

productos entre los cuales está el suero de queso mal aprovechado aún en la alimentación porcícola. En Colombia, la cantidad de leche destinada para la elaboración de queso en 1977 fué de 289.320.000 lts. (Ministerio de Agricultura), si se considera que, el 15% de esta cantidad se convierte en queso, y el 85% restante es suero, se obtienen 245.922.000 lts. de suero de potencial utilización para la alimentación de cerdos a bajo costo.

Asi mismo, del procesamiento industrial a que es sometido el grano del arroz (Oriza sativa L.) para acondicionarlo al consumo humano, se obtienen subproductos de fácil empleo en la alimentación animal, especialmente en la alimentación del cerdo, como es el caso del conocido como puliduras, polvillo, semolina o harina de arroz.

En la alimentación de cerdos se puede utilizar, junto con el suero, el maíz, la harina de arroz, el salvado de trigo, la magolla de trigo, el salvado de arroz, así como otros productos ampliamente difundidos en la agroindustria, consiguiéndose a precios relativamente bajos. El suero de queso combinado con estos productos, principalmente con la harina de arroz, en la alimentación de cerdos, puede facilitar muy buenos rendimientos a bajo costo y, aunque no alcancen a llenar los requerimientos nutricionales de los cerdos, en los períodos de crecimiento y acabado, sí proporcionan

un medio simple, fácil y económico de alimentar cerdos con resultados satisfactorios; pudiéndose mejorar aún más, estos resultados, con la adición de niveles adecuados de premezclas de vitaminas y minerales u otros aditivos.

Por consiguiente, en el presente trabajo se experimentó la posibilidad de alimentar cerdos en crecimiento y acabado, con suero de queso a voluntad más harina de arroz a diferentes niveles en potreros con pasto kikuyo (Pennisetum clandestinum), para así, poder determinar el rendimiento de los cerdos cuando su alimentación básica es el suero de queso adicionado de harina de arroz

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Suero de Queso.

2.1.1 Definición y obtención.

Spreer (1975), define: "El suero es el líquido resultante de la coagulación de la leche en la fabricación del queso tras la separación de la caseína y de la grasa". Según el procesamiento empleado para separar la caseína, por acción del cuajo o de los ácidos, se distinguen, el suero dulce: suero por coagulación y el suero ácido: suero por acidificación. La forma de obtener la caseína condiciona también la composición del suero. En la coagulación ácido pura, el ácido láctico sustrae el calcio del complejo integrado por este mineral y la caseína y, en consecuencia, se origina lactato cálcico. La caseína precipita, por tanto, al verse privada del soporte que le presta el calcio (cuajada de leche ácida). De esta manera el suero obtenido por acidificación contiene lactato cálcico.

Para el suero dulce, llamado suero de queso o leche, indica el mismo autor que: tratándose de la coagulación enzimática o por el cuajo, se produce un desdoblamiento del complejo caseína-calcio en paracaseinato cálcico y proteína sérica, de manera que el calcio permanece unido a las

proteínas, precipitadas. El suero obtenido por coagulación no contiene lactato cálcico. En consecuencia, este suero no puede adquirir el carácter ácido por muy intensa que fuera la acidificación.

Una clase más de suero representa el llamado suero técnico, que resulta de la precipitación proteica por acción de otros ácidos, como el clorhídrico, sulfúrico y acético, por ejemplo.

La Tabla 1, muestra la composición del suero fresco según Roeper (1971).

Las Figuras 1 y 2 representan la tecnología para la obtención y aprovechamiento de queso y suero respectivamente, según Spreer, 1975.

2.1.2 Composición del suero y sus productos.

Según Minut (1951), el suero es un subproducto de la fabricación de queso y de la caseína láctica a partir de la leche; es un líquido amarillento con tendencia a verdoso más o menos turbio y de sabor ácido o dulce de acuerdo al tipo de queso que se haya fabricado o según el desarrollo más o menos avanzado de fermentación láctica. Se considera que la característica más sobresaliente del suero es la de contener una fracción proteica

TABLA 1. Composición del suero fresco.

	Suero por coagulación	Suero por acidificación
Agua	93 - 94%	94 - 95%
Extracto seco	6 - 7%	5 - 6%
Lactosa	4.5 - 5%	3.8 - 4.2%
Acido láctico	Vestigios	Hasta el 0.8%
Proteínas	0.8 - 1%	0.8 - 1%
Acido cítrico	0.1%	0.1%
Cenizas	0.5 - 0.7%	0.7 - 0.8%
pH	6.45	Alrededor de 5

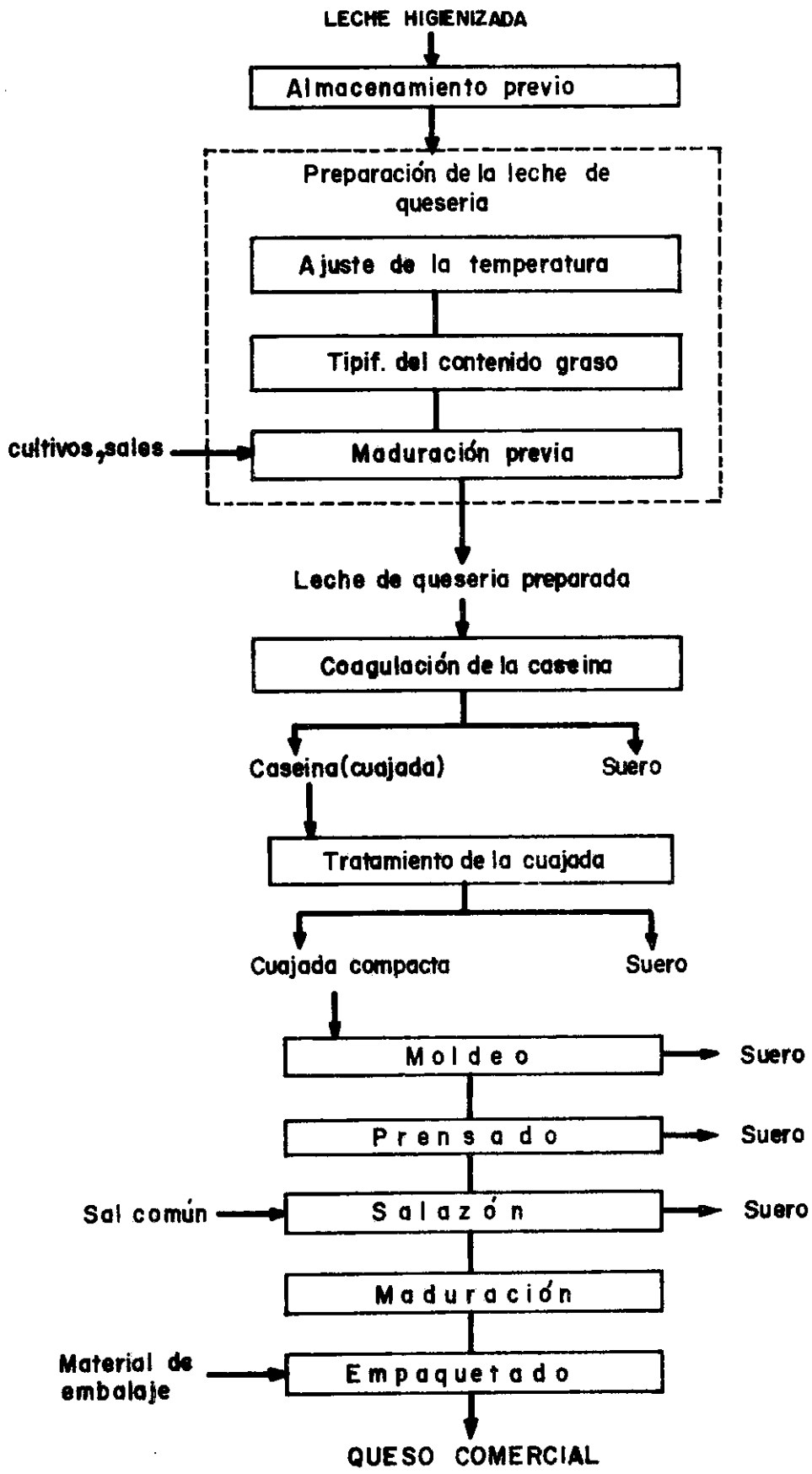


Fig. 1 TECNOLOGIA DE LA ELABORACION DE QUESO AL CUAJO Y SUERO

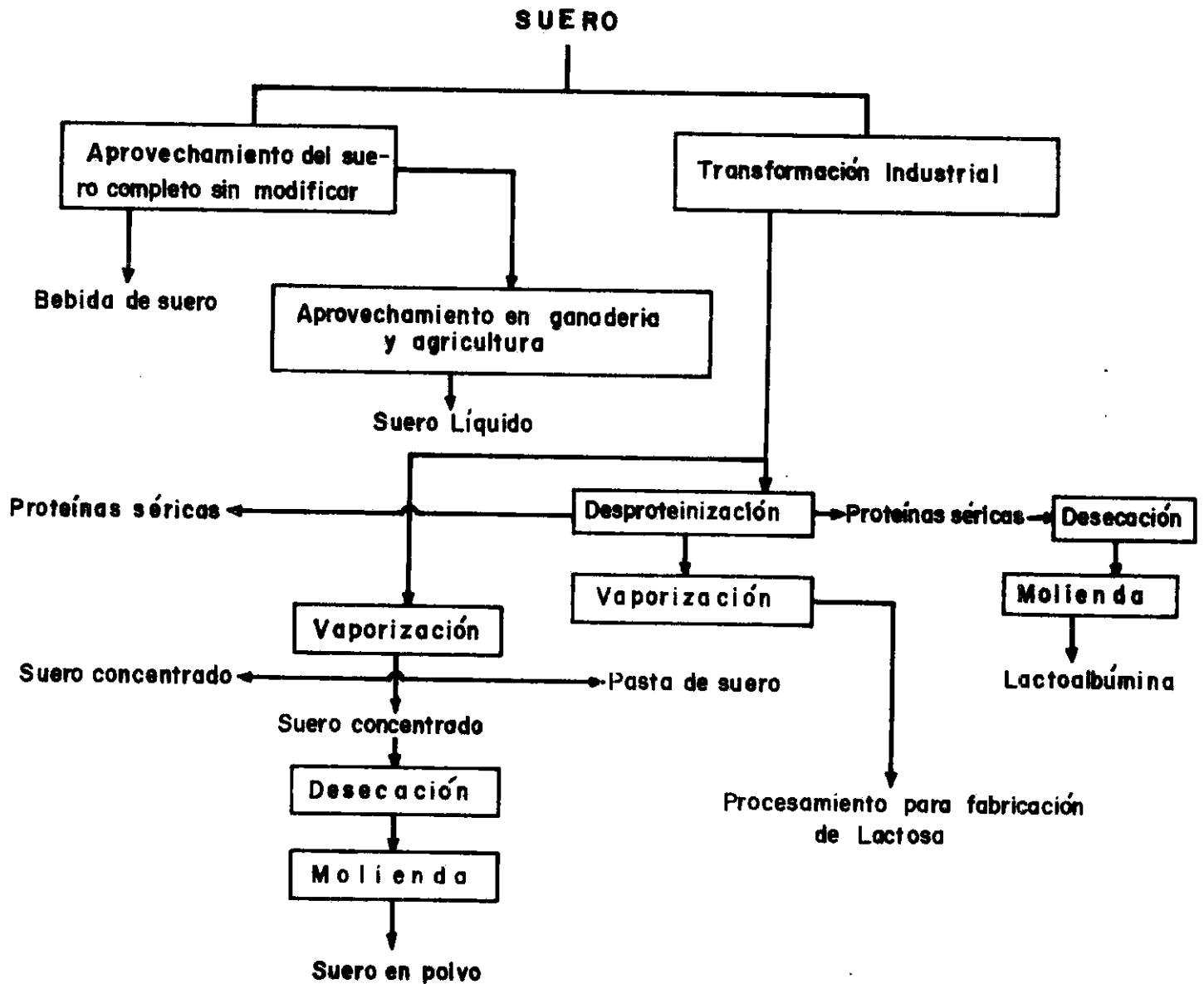


Fig.2 APROVECHAMIENTO DEL SUERO DE QUESO

de alto valor biológico, no obstante de encontrarse en porcentajes bajos, 0.7% a 1.2%. Las proteínas del suero, lactoalbúmina y pequeñas cantidades de lactoglobulina, se consideran como proteínas de alto valor biológico por su contenido en triptófano, lisina y en aminoácidos azufrados. Su riqueza en triptófano explica los excelentes resultados en la alimentación de cerdos a base de suero y maíz. El contenido de cistina en las proteínas del suero es muy elevado, 4.1% en la lactoalbúmina y 3.6% en la lactoglobulina, comparado con el 0.36% de la caseína (Alais, 1971; Maunell, 1970 y Thivend, 1977).

Según Manropoulov y Kosikowki (1973), los aminoácidos libres predominantes en el suero de queso líquido son el ácido glutámico, prolina, lisina, tirosina, ácido aspártico y arginina.

El suero de queso contiene importantes vitaminas, minerales y alrededor de la mitad de los sólidos de la leche. Es rico en aminoácidos, lactosa, proteína soluble y algunas vitaminas tales como riboflavina, niacina, ácido pantoténico y colina (Schingoethe, 1976; Lynn, 1969).

Nielsen, 1974; Oborn, 1968 y Maunell, 1970; reportan que el suero de queso es buena fuente de vitaminas del complejo B, principalmente B₁ y B₂. La vitamina B₁₂ se forma en gran parte durante la acidifica -

ción espontánea del suero, especialmente mediante la acción bacteriana, siendo importante para los animales de cría, particularmente para los cerdos y aves de corral que no son capaces de sintetizarla en su aparato digestivo. Según estos autores el contenido vitamínico por litro de suero fresco es: tiamina 0.17 mg.; riboflavina 1.40 mg.; ácido nicotínico 0.52 mg.; ácido pantoténico 2.23 mg.; colina 0.9 mg.; vitamina B₁₂ , 0.7 microgramos.

Schingoethe (1976), señala lo siguiente: el suero de queso es una buena fuente de energía, principalmente por su alto contenido de lactosa. El valor energético del suero entero deshidratado es comparable al del maíz en grano y ligeramente superior a la de los otros granos alimenticios. Además del calcio y del fósforo, el suero es una buena fuente de azufre y de vitaminas hidrosolubles. La sal, representa la mayor parte de las cenizas restantes del suero. El alto contenido de lactosa, minerales y sal, puede constituirse en una limitante de la cantidad de suero que puede suministrarse a algunas clases de animales. Ronda (1972), reporta que el suero de queso contiene 60 a 65 gramos de materia seca por litro, proteína 11 a 14 gramos, cenizas 7 a 9 gramos y ácido láctico 1.4% a 2%; calcio 610 mg./100 g., fósforo 750 mg./100 g., hierro 10 mg./100 g. y cobre

4 mg./100 g. de materia seca.

El mismo autor indica que, el producto del suero deshidratado a menudo llamado suero parcialmente delactosado, es el producto que queda después de haber extraído parte de la lactosa del suero. Estos tipos de productos contienen proporcionalmente, mayor cantidad de calcio y fósforo, en compensación por la lactosa extraída. La mayor parte de los que existen en el mercado de EE.UU. tienen una composición similar a la del tipo A de la Tabla 3, pero también pueden encontrarse apreciables cantidades del tipo B, que se produce cuando se le añaden fosfatos al suero antes de extraer la lactosa por cristalización, lo que permite extraer una proporción mayor de lactosa, mientras que el producto restante es más rico en proteínas y minerales, especialmente fósforo.

Baker y colaboradores (1963), encontraron considerables variaciones en el valor nutritivo del suero desecado de acuerdo al procesamiento a que se haya sometido, influyendo definitivamente sobre la eficiencia alimenticia cuando el suero se emplea como fuente de energía para ratas de crecimiento. Estos autores también determinaron que el contenido de lactosa es de alrededor del 70% y que la proteína predominantemente es lactoalbúmina

y concluyen diciendo que el suero desecado puede ser una fuente de energía o proteína.

Owtran (1961), señala que el suero de queso al aumentar su acidez pierde azúcar. Por su parte, Brune y Their (1967), encontraron que el suero fresco almacenado por una semana a una temperatura de 27°C, incrementa su acidificación y que el total de materia seca disminuye de su valor original de 5.83% a 4.82%; la lactosa también disminuyó a un 26.1%; por el contrario el ácido láctico ascendió a 72.4%, y el ácido acético a 79.1%. La proteína verdadera y el nitrógeno total aumentaron y las fracciones albúmina y globulina disminuyeron. El promedio calculado del contenido de proteína digestible y NDT fueron de 7.8 y 4.6 gramos por litro, terminan indicando que con 15 litros diarios de suero se cubrieron los requerimientos totales de calcio, fósforo, potasio, sodio, cloro y cobre y todas las vitaminas del complejo B, excepto las vitaminas B₁₂, A y E.

En otro experimento Huss (1975), comprobó que un almacenaje inadecuado del suero de queso deshidratado pulverizado ocasiona una pérdida total de la lisina, determinando que la cantidad y el proceso de deterioro de la lisina dependen no sólo de la temperatura y de la humedad si-

no también del contenido de lactosa y de su estado físico. El suero dulce deshidratado con alto contenido de lactosa, 70% de la materia seca, muestra considerable pérdida de lisina 1.5% a 4% de la humedad. La pérdida de lisina se estabiliza cuando la humedad relativa durante el almacenaje es mantenida por debajo del nivel de cristalización de la lactosa. Existiendo una alta correlación entre la lisina dañada y el contenido de humedad.

En general se puede decir que el suero de queso es un subproducto altamente nutritivo. Su composición y la de varios productos de él se dan en la Tabla 2.

2.1.3 Alimentación con suero líquido.

Cortés (1978), encontró que el suero de queso se puede utilizar en cualquiera de las etapas de levante y acabado, ya que, se logra con ello un ahorro de concentrado y ganancias de peso más económicas. Restringiendo el concentrado a 0.75 kg. en crecimiento y 1.75 kg. en acabado por animal/día más suero de queso se obtienen mejores conversiones y ganancias de peso más económicas.

TABLA 2. Contenido de nutrientes de varios productos de suero.

Producto	M.S. %	Prot. %	Lactos. %	Cen. %	Ca. %	P %	E.D. Mcal/kg.
Suero líquido	6.9	0.9	5.0	0.7	0.05	0.04	0.26
Suero condensado	63.6	8.7	47.7	6.4	0.38	0.58	2.31
Suero entero deshidr.	93.0	12.2	71.5	8.4	0.91	0.76	3.44
Producto de suero deshidratado*							
Tipo A	91.0	15.7	59.5	14.3	1.55	0.99	3.01
Tipo B.	88.2	26.2	37.0	22.0	1.30	2.00	2.53

* Suero parcialmente delactosado.

FUENTE: Schingoethe, Feedstufte. 1976.

En otro experimento Saenz (1978), demostró que cuando los cerdos en cualquiera de las fases (crecimiento y acabado) se alimentan con suero en combinación con maíz amarillo, salvado de maíz, salvado de trigo, harina de arroz o mogolla de trigo, se comportan en forma similar a los que reciben una dieta completa a base de maíz-torta de soya, maíz-torta de algodón, pero cuando se les suministra suero de queso con salvado de maíz o salvado de trigo los rendimientos de los cerdos son inferiores. Cuando se suministra suero de queso y harina de arroz como única fuente de alimento a cerdos en crecimiento y acabado, la harina de arroz se puede restringir hasta un 40% de su consumo a voluntad, sin menoscabo de los rendimientos.

Lerner (1973), reporta que cuando se utiliza suero de queso para alimentar cerdos en crecimiento y acabado, 27 a 90 kg., es necesario suplementarlo con una ración adecuada de proteína, para conseguir ganancias de 700 g. por día. Por su parte Concellon (1965), señala que son necesarios de 25 a 30 litros de suero y 2.5 a 2.8 kg. de pienso complementario con 15% de proteína digestible para ganar 1 kg. de peso.

Rosa (1970), indica que la práctica de restringir en 25% el consumo de concentrado con respecto al consumo del control y suministrar suero

de queso a voluntad, es más económico que cuando este consumo se restringe en un 50% ya que con esto se logra aumentar el área del músculo longissimus dorsi, conseguir carne magra y mejor presentación de la canal. A pesar de que los cerdos se demoran más tiempo para alcanzar el peso final (1 a 2 meses). Esnaola (1970), encontró que al restringir el consumo de concentrado en niveles de 75% y 50% cuando se combina con el suero de queso se logra ganancias positivas y mejora ciertas características de la canal.

Experimentos realizados por Caleffi y Nizzola (1969), con cerdos de 41 kg. alimentados con una dieta balanceada, y en cantidad relacionada a su peso, combinado con suministro de suero de queso en cantidades de 2, 4, 6 y 8 litros diarios, encontraron que la mejor ganancia diaria 652 g. fué para el grupo que recibió ocho litros de suero y el peor 586 g., con el de seis litros, además observaron que la más alta proporción de suero en la dieta dió un mejor contenido de carne magra.

Sljivovacki y colaboradores (1968), llevaron a efecto un ensayo con cuatro grupos de siete cerdos cada uno, con peso inicial entre 18-20 kg., a los dos primeros grupos se dió la ración concentrada mezclada con

el suero en la proporción de 1:2 p/v., los otros dos grupos recibieron dieta seca a voluntad y suero ácido o dulce, por dos veces al día, de 15 minutos cada uno. Los mismos períodos alimenticios se emplearon en los dos primeros grupos. La ceba duró 135 días, obteniéndose los siguientes resultados de aumento promedio diario: 635, 590, 665 y 641 gramos. El alimento empleado por kg. de aumento fué de 3.16; 3.25; 3.47 y 3.55 kg. de concentrado y 6.33; 6.45; 3.38 y 3.56 kg. de suero; el rendimiento en canal fué de 78.09; 77.44; 78.87 y 79.94%, finalmente el espesor de la grasa dorsal fué de 3.5; 3.5; 3.7 y 3.9 centímetros para los cuatro tratamientos respectivamente.

Nordenti y colaboradores (1965), reportan un experimento con 93 cerdos entre los 30 y 90 kg. divididos en siete grupos, a los cuales les ofrecieron concentrado en harina o peletizado, a voluntad y con cantidades restringidas de una mezcla de concentrado seco o humedecido con seis litros de suero por cerdo al día. El alimento seco a voluntad reportó mejores resultados; los valores más altos se obtuvieron con concentrado en pelets y con suero. La mezcla de suero y concentrado en forma racionada no mejoró el crecimiento de los animales, pero si mejoró la conversión alimenticia y los costos de las raciones se redujeron notablemente al adicionar suero.

Experimento efectuado por Lerner y Nardiello (1964), suministrando suero a voluntad como único alimento; suero con maíz a voluntad o con una mezcla concentrada a voluntad o restringida de 1; 0.800 o 0,500 kg. por animal/día, encontraron que, los cerdos alimentados únicamente con suero mostraron signos severos de desnutrición y fueron eliminados del experimento; los que recibieron 0.500 kg. de concentrado diario, obtuvieron el mejor beneficio económico; la mayor ganancia diaria de peso (873 gramos), se obtuvo con los cerdos que recibieron maíz a voluntad; los animales que recibieron concentrado a voluntad y restringido a 1; 0.800 y 0.500 kg. tuvieron un aumento diario de 780; 622; 609 y 710 gramos respectivamente.

Mitchell y Sedgwick (1963), suministrando a grupos de nueve cerdos, suero a voluntad al cual se mezclaba 1.36 kg. de una dieta por día desde el destete hasta las 13 semanas de edad y de aquí hasta el sacrificio, (90 kg.), se suministró 1.36 kg. de sólo concentrado; a otro grupo se suministró 1.36 kg. de concentrado seco más suero a voluntad durante todo el período, a un tercer lote, suero a voluntad con 1.14 kg. de concentrado por todo el período; al cuarto grupo se le dió 1.36 kg. de concentrado y suero hasta las 13 semanas y luego se disminuyó a 1.14 kg. hasta el sacrificio y por último al quinto grupo se les suministró 0.900 kg. hasta las 20

semanas y desde aquí 1.14 kg. hasta el sacrificio. No encontrándose diferencias significativas entre los diferentes grupos en la tasa de crecimiento, conversión alimenticia y rendimiento en canal. Presentándose una relación inversa entre el consumo de concentrado y el suero, de tal manera que, sobre un período de dos a tres semanas el consumo total de materia seca fué ajustado por el cerdo, cuando el consumo de concentrado se redujo o se aumentó. El máximo de suero consumido fué de 23 litros por día a las 23 a 25 semanas de edad con el más bajo nivel de consumo para el concentrado.

Durante cuatro meses, Kostic (1960), realizó un ensayo con cuatro grupos de 20 cerdos cada uno, los cuales tenían un peso promedio inicial de 17 kg.; el primer grupo recibió la ración usual de la granja. El segundo grupo recibió una ración comercial. El tercer y cuarto lotes recibieron la misma ración del segundo más 1.5 kg. de suero o leche descremada por kg. de concentrado respectivamente, durante el período de crecimiento y, 1 kg. en el de acabado. Todos los grupos se alimentaron a voluntad tres veces al día, recibiendo además pequeñas cantidades de alfalfa fresca diariamente. Los pesos finales fueron de 86, 85, 94 y 106 kg. con una ganancia promedio diaria de 583, 635, 686 y 749 g./animal; la dieta más

económica fué la del grupo con suero, y la de leche descremada la más costosa, aunque el consumo de alimento fué menor.

Gilman (1959), empleó dos grupos de 10 cerdos con 20 kg. de peso promedio inicial y dos meses de edad a los cuales se les suministró durante 151 días papa cocida: 318 kg.; maíz 80 kg.; zanahoria 35 kg.; para ambos grupos; además se les ofreció concentrado 183 y 166 kg.; suero 0 y 135 kg. respectivamente. El aumento promedio de peso diario fué; 476 y 526 gramos. La proteína fué 16% mejor aprovechada por el grupo que consumió suero aunque su alimento tenía 23% menos de proteína.

Braude y colaboradores (1957), utilizaron 360 cerdos destetos con un primer grupo control al cual ofrecieron una ración de 17% de proteína en el período de crecimiento y, 13.5% de proteína en el de acabado hasta que los cerdos alcanzaron los 60 kg. de peso. Un segundo grupo se alimentó con 1.36 kg. diarios de concentrado con 17% de proteína y suero a voluntad por todo el período experimental; el tercer grupo recibió el mismo alimento del segundo, pero restringiendo el consumo de concentrado a 0.91 kg. diarios por 13 semanas y el cuarto grupo se restringió el concentrado a 0.91 kg. diarios por 17 semanas. La ganancia de peso fué significativamente mayor por parte de los cerdos que componían el segundo grupo; para los

grupos tres y cuatro no se presentaron diferencias significativas en la tasa de ganancia de peso, sin embargo ambos grupos fueron más bajos en peso que el grupo control. La eficiencia de conversión alimenticia fué más alta en el grupo segundo y tercero en relación al control; los cerdos del cuarto lote, a pesar de mostrar una conversión más alta que el control éste no fué significativo estadísticamente. Los cerdos del grupo dos acumularon menor grasa dorsal que el control, y esta tendencia se acentuó en los grupos que recibieron el suero y una menor cantidad del concentrado.

Muchos autores consideran que los caracteres de consumo están influenciados por el tipo de régimen alimenticio y por la modalidad en el suministro del mismo. Es así como, Lerner (1973), alimentó cerdos con suero a voluntad y una ración con 23% de proteína a razón de 500 g. por animal, consumiendo estos, en todo el período experimental una mayor cantidad de suero que aquellos alimentados con 800 g. del concentrado por animal, lo cual parece demostrar una tendencia al aumento en el consumo de materia seca para llenar sus necesidades nutricionales; no obstante la cantidad total de suero consumido por los cerdos con 500 g. de ración, éstos no alcanzaron el mismo nivel de consumo de materia seca de los grupos con 800 g. El consumo de materia seca total tiende a nivelarse a 1.75 y 1.68 kg. pa-

ra los cerdos con la ración de 500 g. y a 1.88 y 1.92 kg. para el otro grupo, lo cual indica que los primeros no alcanzan los niveles necesarios de energía acordes con los requerimientos de la especie. Se presentó una diferencia altamente significativa en el consumo de suero debido al efecto de sexo en favor de los machos durante el período de crecimiento; esto podría estar influenciado por una necesidad diferente de energía en el régimen alimenticio, ya que la diferencia significativa se repitió por influencia del nivel de alimento suministrado. En el acabado también se presentó la diferencia de sexo, aunque para un nivel de significancia menor ($P < 0.05$).

Por su parte Alais (1971), considera que las cantidades de suero a suministrar diariamente se hallan en relación con la edad y el peso del cerdo evitando los excesos y una demasiada acidez: la cantidad no debe sobrepasar el 20% del peso de los cerdos comprendidos entre 20 y 60 kgs. 15% entre los 60 a 80 kg., 10% de los 90 a 120 kg.; 8% de los 120 a 150 kg. y 6% de los 150 a 180 kg. La relación entre mezclas y suero debe aumentarse progresivamente así: cerdos de 20 a 60 kg. se debe añadir la mezcla al suero en la proporción aproximada de un 15%, para cerdos de 70 a 80 kgs. en un 20%, para los de 80 a 90 kg. 25% para animales de 110 a 130 kg. en 30%, de 130 a 150 kg. en 35% y de los 150 a 180 kg.

en un 40%. La mezcla empleada debe tener 16% de proteína para cerdos de los 20 a 40 kg., 14% de los 40 a 60 kg., 12% de los 60 a 80 kg., 10% de los 80 a 90 kg. y 8% para cerdos con pesos superiores.

Owtram (1961), recomienda suministrar el suero según la Tabla 3.

2.1.4 Alimentación con suero deshidratado.

Cheeke y colaboradores (1973) emplearon suero desecado en niveles de 2%, 4%, 6% y 8% como reemplazo del trigo en una dieta básica para alimentar cerdos de 50 hasta 215 libras, obteniendo como resultado aumentos en el crecimiento y mejoras en la conversión con todos los niveles de suero, aunque la conversión alimenticia tendió a ser menor con 8% de suero.

En otro experimento Cheeke y Stangel (1973), alimentaron cerdos hasta el sacrificio, 91 kg. con una dieta a base de trigo de la manera siguiente: una primera dieta con 10% de suero desecado sin alfalfa, la segunda tenía 20% de alfalfa sin suero y la tercera 10% de suero y 20% de alfalfa. La tasa de crecimiento y la conversión alimenticia de la tercera dieta fueron menores que las otras dos. El promedio de ganancia diaria de las dietas con suero fueron mayores que la de la alfalfa pero no significati-

TABLA 3. Suministro diario de suero de queso más suplemento alimenticio a cerdos según la edad y peso corporal.

Edad semanas	Hasta	Peso kg.	Suero lts.	Suplemento kg.
8	"	18.20	5.8	0.45
10	"	22.70	7.6	0.45
12	"	27.30	9.4	0.45
13	"	31.80	11.3	0.45
14	"	36.40	13.2	0.45
15	"	40.90	15.1	0.45
16	"	45.50	17.0	0.45
18	"	54.50	20.8	0.23
20	"	63.60	24.6	0.23
22	"	72.70	26.5	0.23
24	"	81.80	28.4	0.23

vamente.

Becker y colaboradores (1957), en experimentos con suero seco en polvo como alimento para cerdos en distintas edades reportan que el cerdo lactante de una o dos semanas de edad puede utilizar eficazmente una dieta con 60% de suero en polvo, sin problemas de diarrea. El cerdo desteto, ocho semanas de edad, alcanza rendimientos bajos cuando se añade más del 10% de suero en polvo a una dieta que contiene sobre el 70% de lactosa .

Kornegay y colaboradores (1974), utilizaron 17.5% de suero de queso desecado a una dieta basal de maíz, torta de soya, vitaminas , minerales y antibióticos. La dieta base tenía 16% a 22% de proteína hasta los 16 kg. de peso, 18% a 20% de los 16 a 34 kg. y de los 34 kg. en adelante 14% a 18% de proteína. En dos de estos tratamientos el crecimiento inicial fué significativamente más rápido con las dietas con suero, pero el crecimiento compensatorio de las etapas posteriores evitó la diferencia de tiempo para ganar el peso de mercado.

Schingoethe y Rook (1976), reportan que el suero seco parcialmente delactosado, en raciones para no rumiantes a menudo incrementan las ganancias de peso, conversión alimenticia, proteína digestible, grasa digestible y una buena absorción y retención de minerales.

Becker y colaboradores (1957), reemplazaron el maíz por suero desecado a niveles del 10%, 20% y 30% en cerdos de ocho semanas de edad comprobando que a niveles de 20% y 30% de suero, el aumento de peso decreció pero no hubo efecto aparente sobre la conversión alimenticia. No se presentaron problemas de diarrea en ninguno de los grupos.

2.1.5 Alimentación con concentrados proteícos de suero.

Schingoethe y Rook (1976) y Forsum (1975), reportan que recientes avances técnicos han permitido, a través de varios procedimientos, la obtención en gran escala de concentrado proteícos de suero, que contienen, aproximadamente 50% - 75% de proteína y 20% a 30% de lactosa, siendo la fenilalanina y la tirosina, sus aminoácidos limitantes. Estos concentrados seguramente tendrán uso prioritario en el consumo humano, pero el líquido remanente podría tener aplicación en la alimentación animal como suplemento mineral y energético, debido a que su contenido fundamentalmente, es lactosa y minerales. De estos productos, sólo los concentrados han sido investigados en condiciones de laboratorio, con resultados favorables.

2.2 Harina de Arroz.

El arroz es el cereal más cultivado en el mundo y en América Latina. Se conocen varias especies de las cuales las más importantes son: Oriza sativa L., de origen Asiático y Oriza glaberrima S., de origen Africano, siendo la primera la más cultivada. El arroz se cultiva en zonas comprendidas entre 0 y 1.250 m.s.n.m., con temperatura media entre 24°C y 28°C (Angladette, 1969; Romero, 1973). Según la Oficina de Planeamiento del Sector Agropecuario del Ministerio de Agricultura, Colombia en el año 1976 produjo 1'704.300 toneladas de arroz con cáscara "paddy" y seguirá aumentando progresivamente.

2.2.1 Proceso de obtención.

Para que el arroz pueda ser consumido como alimento por el hombre, debe ser descascarillado y sometido a una molienda abrasiva para remover sus capas externas. Este proceso industrial produce varios subproductos que pueden utilizarse en alimentación porcina, de ellos, el que más se emplea es el conocido como pulidura o harina de arroz (Vaqueiro y colaboradores, 1975).

La harina de arroz es definida por Ewing, 1963, como el material

pulverulento que se obtiene como resultados de pulir los granos de arroz después de que el salvado ha sido removido.

Este mismo autor expone, que de 100 kilogramos de arroz que llegan del campo, aproximadamente se obtienen 65% de arroz pulido, 19% de cascarilla, 8% de salvado, 3% de harina de arroz, 2% de arroz cervecero y 3% de basuras. Sin embargo, estos porcentajes son susceptibles de variación dependiendo del grado de eficiencia de las pulidoras.

Este subproducto está constituido por la cariopside, las diferentes capas del pericaripo, los tegumentos seminales, la cepa de aleurona y por proporciones considerables de germen 3% a 7%. Además, la denominación "harina" no indica como en molinería, el producto de la molienda del grano, sino el residuo debido al frotamiento sufrido por los granos descascarillados, tras las varias fases de su industrialización (Angladette, 1969).

El diagrama de la Figura 3, muestra el proceso industrial a que es sometido el grano de arroz y que fuera descrito por Marin en 1973, la misma que es explicada así:

- a. La mezcla de arroz e impurezas proveniente de los silos de secamiento es descargada en la tolva principal del molino para ser enviada a una

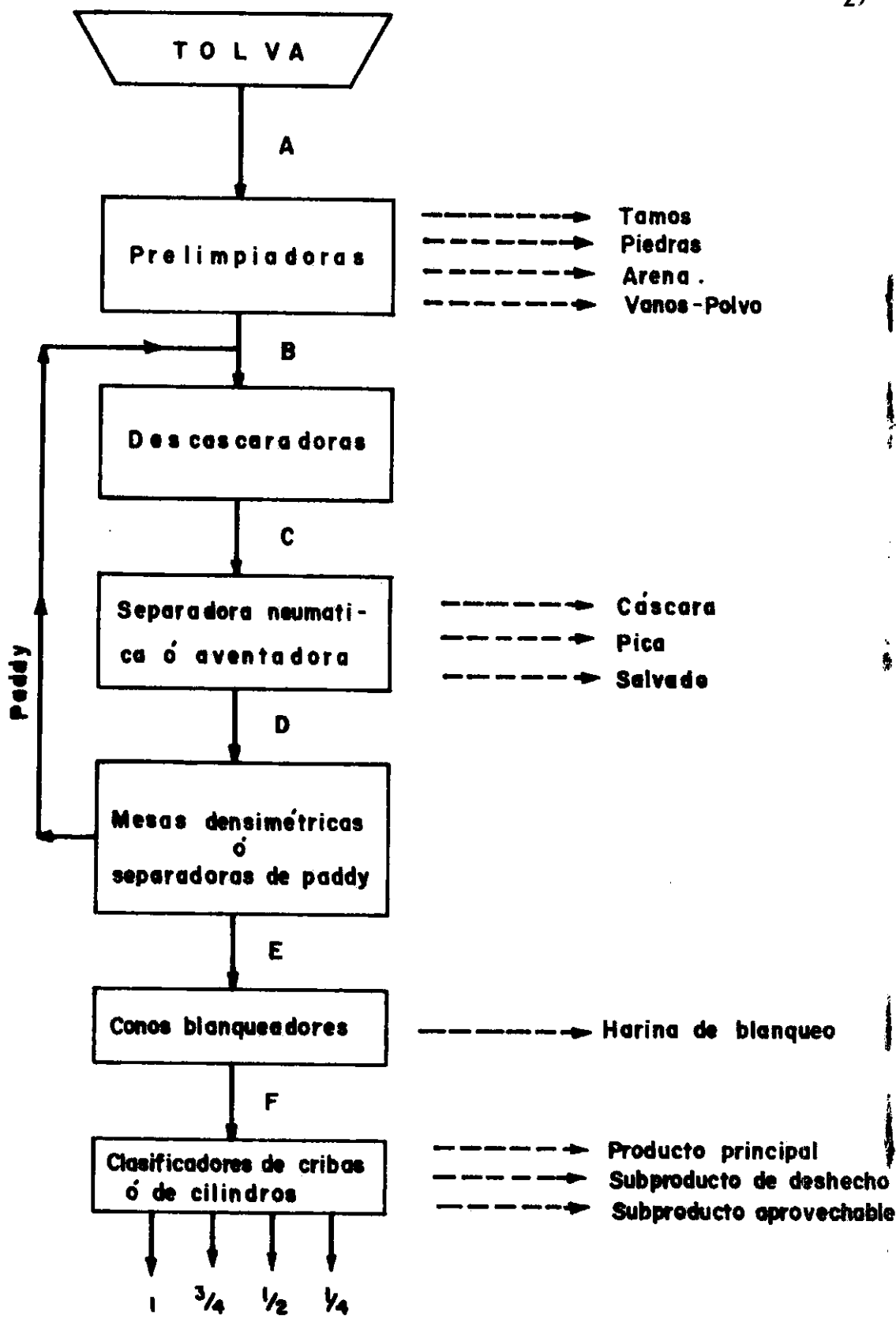


Fig.3 PROCESO DE MOLINADO DEL ARROZ

prelimpiadora que se encarga de secar tamos, arena, etc.

- b. Una vez limpio el grano ("paddy"), es transportado a las descascaradoras que se encargan de remover la cáscara.
- c. De estas máquinas sale una mezcla de arroz descascarado (integral) cáscaras y arroz paddy la cual es transportada a un separador neumático o aventadora cuyo objeto es el de separar las cáscaras de la pica y de los demás productos.
- d. La mezcla restante de arroz con cáscara (paddy) y arroz descascarado (integral) es transportado a una mesa densimétrica que separa estos dos productos sacando a un lado el arroz con cáscara que regresado a la tolva de recibo de las descascaradoras y por el otro el arroz descascarado que continúa el proceso.
- e. Este arroz, entra a las blanqueadoras, donde se les quita las diferentes capas de pericarpio, así como los tegumentos seminales, la capa de aleurona y el gérmen, siendo succionado por el ventilador que saca del proceso este subproducto llamado harina de blanqueo,
- f. El arroz blanqueado, continua el proceso hacia las clasificadoras donde

es separado por tamaños de acuerdo con el producto final que se quiera obtener.

2.2.2 Composición química.

El análisis químico de la harina de arroz, según Del Rosario (1968), muestra que las capas externas del arroz presentan un contenido proteico de más de dos veces al del grano; estas capas se extienden hasta una profundidad equivalente al 20% del grano. Es por esta razón que, la abrasión periférica del arroz pulido rinda una fracción rica en proteína, pero si se incrementa demasiado el tiempo de abrasión, el contenido de proteína tiende a disminuir.

El grano de arroz contiene algo más de 8% de proteína y cantidades apreciables de almidón expresados como extracto no nitrogenado (76%). La cáscara, por el contrario posee contenidos bajos de proteína y de grasa pero cantidades apreciables de fibra cruda y de minerales, especialmente de sílice. El salvado con germen y las puliduras de arroz tienen un 12% a 13% de proteína cruda y entre 12% a 13% de grasa; el salvado normalmente tiene mayores cantidades de fibra, 12.5% y de minerales, 10.8% que la puliduras

de arroz, 3.2% y 6.9% respectivamente. (Tabla 4) (National Academy of Sciences, citado por Gómez y colaboradores, 1978).

En general, la composición química de la harina de arroz está sujeta a amplias variaciones, ocasionadas a más por frecuentes adulteraciones que por diferencias durante el proceso de obtención del subproducto. Mayname y colaboradores en 1958, encontraron que el porcentaje de materia seca fué de 89% a 91%; la composición de principios nutritivos como porcentaje de esta materia seca fué: proteína cruda 11%-15%, grasa cruda 9%-18%, fibra cruda 11%-19%, cenizas 11%-16% y extracto no nitrogenado 42%-44%. El alto contenido de fibra y ceniza se puede considerar como indicativo de adulteración con cáscara de arroz. Herrera y colaboradores, 1970, presentan los siguientes valores: M.S. 89.3%; proteína 15.87%; fibra 2.04%; ceniza 2.08% y E.N.N. 41.43%. Ewing, 1963, indica para la harina de arroz: M.S. 89,8%, proteína 12.8%, grasa 13.2%; fibra 2.8%; cenizas 9.6% y E.N.N. 51.4%. Isaza en 1973, reporta: M.S. 89.73%; proteína 15.22%; fibra 8.93%; grasa 17.75%; cenizas 10.16% y E.N.N. 37.67%.

Además, la harina de arroz aporta cantidades considerables de vitaminas del complejo B, Ewing (1963), reporta que es especialmente alto su

TABLA 4. Composición química del arroz y sus subproductos.

Alimento	Materia seca	Proteína %	Grasa %	Fibra %	E.N.N. %	Cenizas %
Porcentajes						
Cáscara de arroz	92.4	2.8	0.8	41.1	29.2	18.4
Salvado con germen	90.8	12.5	13.1	12.5	42.0	10.8
Puliduras o harina	90.4	12.5	11.8	3.2	56.1	6.9
Arroz en grano, sin cáscara	88.2	8.4	1.7	0.9	76.3	1.0

FUENTE: Atlas of Nutritional Data on United States and Canadian Feeds, 1971.

National Academy of Sciences, Washington, D. C.

contenido en ácido nicotínico y en tiamina, dando valores de 25 microgramos de tiamina, 3.5 microgramos de riboflavina y 600 microgramos de ácido nicotínico.

El contenido de calcio de la harina de arroz es de 0.1%. El fósforo total se encuentra en mayor cantidad en la harina de arroz 1.4%, sin embargo, este elemento mineral se encuentra casi en su totalidad en la forma de fitatos y por tanto, es de disponibilidad limitada (Kik, 1957).

Las puliduras de arroz tienen un alto contenido de grasa, la cual por estar constituida en gran proporción por ácidos grasos insaturados, hace de este subproducto un material susceptible de enranciarse (MacDonald y colaboradores, 1969). Tanto el salvado como las puliduras contienen una enzima lipolítica que es muy activa, cuando estos componentes se separan del grano; en presencia de humedad, los glicéridos del aceite del arroz se hidrolizan en glicerón y una mezcla de ácidos grasos libres. La rancidez de los ácidos grasos puede ser causada por la oxidación o por la acción hidrolítica del aceite y consecuentemente las grasas y los subproductos que las contienen adquieren un olor y sabor que son poco apetecidos por los animales. Los tratamientos térmicos han mostrado ser efectivos para evitar el aumento de áci-

dos grasos libres, en cambio, la adición de antioxidantes no parece ser efectiva para prevenir la liberación de los ácidos grasos (Arnott y Linn, 1966). Estos mismos autores indican que la calidad nutricional de las puliduras puede ser adulterada mediante la adición de cáscaras molidas de arroz. El efecto nocivo de la adición de cáscaras es debido principalmente a su alto contenido de sílice, el cual irrita las paredes gástricas e intestinales. Con la adición de cáscaras molidas, los contenidos de sílice y de fibra aumentan considerablemente y los contenidos de proteína y grasa disminuyen, señalando que la forma más simple y rápida de determinar el grado de adulteración de las puliduras de arroz con cáscaras de arroz, es mediante el análisis de proteína total, ya que, las puliduras de buena calidad tienen niveles normales de proteína (12 a 14%) y conforme aumentan los niveles de adulteración con cáscara de arroz, el contenido de proteína total disminuye considerablemente.

En general, los resultados experimentales de dietas con altos niveles de puliduras de arroz indican una reducción diaria en el aumento de peso, así como una disminución en el consumo diario. Son varios los factores que pueden ser responsables de estos bajos rendimientos, entre los que se puede citar, la calidad de la proteína de las puliduras en relación con la cantidad

de proteína en las dietas, la cantidad y calidad de la proteína suplementaria, la presencia de altos niveles de fitatos y sus interrelaciones con otros elementos minerales elevados de puliduras y la adulteración de las puliduras con cáscara de arroz molido, son algunos de los factores que pueden afectar su utilización en la alimentación porcina (Gómez y colaboradores, 1978).

2.2.3 Valor energético.

El contenido energético de la harina de arroz ha sido poco estudiado especialmente en Suramérica. Feedtuffs (1979) reporta un valor de energía metabolizable de 3.56 Mcal/kg.; Matterson y colaboradores (1965) indican 2.88 Mcal/kg., Isaza (1973) reporta 2.68 Mcal/kg.; Scott y colaboradores (1973) indican 2.86 Mcal/kg.

En Colombia Ara (1973) trabajando con cerdos determinó E.M. y E.D. encontrando para la harina de arroz un valor de energía digestible de 3.697 Kcal/kg. de M.S. y 3.338 Kcal/kg. en base fresca. La energía metabolizable estimada fué de 3.523 Kcal/kg. de M.S. y 3.181 Kcal/kg. en base fresca.

En experimento realizado con aves, Granda (1976) encontró que

el contenido de energía metabolizable de la harina de arroz es de 3.275 Kcal/kg. indicando que este valor energético de la harina de arroz la convierte en un material energético de buena calidad que puede reemplazar buena parte de los granos de cereales, abaratando los costos de producción.

2.2.4 Utilización en alimentación de cerdos.

Los resultados experimentales obtenidos hasta la fecha sugieren que la calidad nutritiva de la harina de arroz depende en gran parte de su contenido de fibra cruda, la cual aumenta con la adición de cascarilla de arroz. Entre otros factores que se han señalado como posibles causales de los rendimientos limitados, se incluye la disponibilidad y balance de aminoácidos (calidad de proteína), relaciones de minerales y el efecto del almacenamiento prolongado que podría ser causante de rancidez oxidativa. Las harinas de arroz de buena calidad (bajo nivel de fibra cruda), se pueden usar en niveles relativamente elevados como fuente de energía principal (40%-60%) de las dietas, siempre y cuando se tenga en consideración la adición de fuentes proteínicas de buena calidad. En el futuro, será necesario hacer estudios adicionales para aclarar los aspectos de Interacción de aminoácidos con el fin de buscar una solución práctica a este problema, es-

pecialmente, en lo relacionado con suplementación de metionina que aparentemente es el aminoácido limitante. Los reducidos consumos de las dietas a base de harina de arroz sugieren que algunos aspectos físicos, tales como consistencia, densidad y palatabilidad, deben ser tomados en consideración para obtener una eficiente utilización de los subproductos del arroz en la alimentación porcina (CIAT, Informe anual, 1975).

Morrison, 1954; Cunhs, 1960 y Rojas, 1972, indican que las puliduras de arroz tienen un valor de 121% con relación al valor del maíz cuando no se emplean en más del 30% de la ración y un valor menor cuando entra en mayor proporción; siendo el salvado de arroz igual al maíz cuando se usa entre 30 y 35% de la ración. Señalan además que tanto el salvado como las puliduras de arroz, producen diarreas en cerdos jóvenes así como carcazas blandas cuando entran en una proporción mayor a 50% de la ración.

Nugara, 1966, realizó un experimento empleando salvado de arroz en niveles de 20% hasta 60% en combinación con torta de coco como fuente proteica, obteniendo las mejores ganancias de peso y eficiencia alimenticia con 60% de salvado de arroz en la dieta de crecimiento y acabado.

En investigaciones hechas en la Universidad de Florida, utilizaron

salvado de arroz con un mínimo de 12% de proteína, un mínimo de 12% de grasa y un máximo de 12% de fibra. En estos experimentos, los niveles más altos de salvado fueron de 45%, observándose una reducción en los aumentos de peso y del consumo de las dietas a medida que los niveles aumentaban (Campabadal y colaboradores, 1975 y 1975).

Noland y Scott (1963) evaluaron el salvado de arroz como sustituto del maíz en raciones para cerdos en crecimiento y acabado, siendo las sustituciones de 25%, 50%, 75% y 100% y observaron como disminuía el aumento de peso a partir del nivel de 25%, sin embargo, los cerdos produjeron canales o carcasas blandas con el 50% de salvado de arroz.

En 1966, Moncada y Maner, alimentaron cerdos en crecimiento y acabado, con dietas que contenía 0%, 20%, 30% y 40% de harina de arroz con fuentes proteicas de origen vegetal y animal, encontrando que todos los niveles de harina de arroz mejoraron el aumento de peso y la conversión alimenticia, señalan además, que si su precio es menor que el del maíz producirá mayores ganancias económicas en niveles que no excedan del 40%, también reportan que no hubo diferencias económicas ni nutritivas al utilizar en las dietas, proteína de origen animal.

Sagar y Yadava (1971), probaron en cerdos durante la etapa de crecimiento, dietas con 30% y 52% de puliduras de arroz más 10% de melaza y niveles de proteína de 18%, 16% y 14% para las fases de: hasta 11.5, ; 11.5 a 23; 23 a 50 kg. de peso vivo respectivamente; en el experimento, no encontraron diferencias significativas en la ganancia de peso, pero, la conversión alimenticia fué más alta con las puliduras de arroz, sin embargo, fué menor el costo de alimento por cerdo producido y además no se afectó la calidad de la carcaza.

Bistoyong y colaboradores (1968) emplearon diferentes proporciones de salvado de arroz (6.5% a 94.5%), en combinación con harina de pescado para obtener dietas con 12% a 22% de proteína total, para cerdos en crecimiento y acabado, encontrando que la tasa de crecimiento, conversión alimenticia y utilización de la energía aumentaron conforme aumentaba el nivel de proteína en la dieta, sin embargo, la dieta con 18% de proteína tuvo mejores ganancias que las del 14%.

En un experimento realizado con cerdos en crecimiento y acabado, Balderrama y colaboradores (1968), utilizaron diferentes combinaciones de salvado de arroz: 65% hasta 90%, con torta de soya: 5% hasta 30%, para

obtener dietas del 11% a 19% de proteína; incluyendo que el promedio de ganancia de peso fué significativamente mayor ($P < 0.05$) con la dieta de 19% de proteína, excepto para el tratamiento con 16% de proteína, no encontrando diferencias significativas entre tratamientos para la conversión alimenticia. Estos autores recomiendan, para la utilización del salvado de arroz, combinaciones con fuentes de proteína de buena calidad.

Ara (1975), realizó un ensayo con cerdos, utilizando raciones isoprotéicas, 16% para crecimiento y 14% para la fase de acabado, combinando harina de arroz desde 20% hasta 80% con torta de algodón como fuente de proteína. Por los resultados obtenidos recomienda el empleo de 40% de harina de arroz en raciones para cerdos durante las fases de crecimiento y acabado; concluye que, cuando el costo de la harina de arroz es bajo en comparación con los granos de cereales, se puede emplear hasta 60% de la ración durante la fase de acabado, pero hace que la salvedad de los animales se demorarán mayor tiempo en alcanzar el peso de sacrificio. Además indica que el pobre rendimiento obtenido en raciones de 80% de harina de arroz se debe al bajo consumo de alimento, debido posiblemente a factores como baja palatabilidad de la misma y baja calidad de su proteína.

Algunos autores mencionan cierta relación entre el empleo del salvado de arroz y una pobre utilización del Zn por los cerdos; es así como Maust y colaboradores, 1972; usando una dieta formada por 29% de salvado de arroz y 40% harina de yuca, en reemplazo del maíz, con torta de soya como suplemento proteico, detectaron síntomas de deficiencia de Zinc y parakeratosis, los mismos que desaparecieron al suplementar la dieta salvado - yuca con 52 ppm. de Zinc en forma de CO_3Zn . En otro experimento realizaron un estudio de digestibilidad con las mismas dietas, encontrando que la digestibilidad de la energía y de la materia seca disminuían en la dieta salvado-yuca, sin suplementación de Zinc y que no hubo diferencias en las raciones de maíz y salvado-yuca suplementada con Zinc.

2.3 Forrajes Verdes.

2.3.1 Importancia.

Aunque el cerdo no se pueda considerar como un animal herbívoro que pueda nutrirse exclusivamente de forrajes verdes, se comprueba que le agrada la hierba; sean pastos o forrajes verdes consumidos en los potreros o en las porquerizas. Los criadores de cerdos, atribuyen una gran importancia

a la costumbre de enviar los cerdos a los pastos, así como el de facilitarles forrajes verdes, sobre todo si se trata de animales jóvenes y cerdos reproductores. Se hallan de acuerdo en admitir que el envío racional al pastoreo hace disminuir el costo de producción del cerdo y que es, por lo tanto, el medio más práctico y más económico para equilibrar las raciones alimenticias, previniendo de esta forma los fenómenos carenciales en vitaminas y minerales, así como enfermedades y perturbaciones en el aparato digestivo (Piccioni, 1970).

Está reconocido para lo sucesivo que, la hierba tierna de un prado polifito o de sólo leguminosas, representa un alimento completo por la calidad de las proteínas, así como por el contenido en vitaminas y sales minerales, sirve además maravillosamente, para completar las deficiencias de los minerales y sus derivados (salvados y harinas). Cuando los cerdos consumen directamente el pasto, obtienen otras ventajas importantes, tales como: una excelente gimnasia funcional y se benefician de las radiaciones ultravioletas procedentes de la acción directa del sol. El pasto sirve igualmente como un buen regulador, de las funciones reproductoras, beneficiándose considerablemente las marranas en período de lactación, así como las que se encuentran en gestación o que van a entrar en celo. El único inconveniente de la utiliza-

ción directa de los pastos por los cerdos es que hozan el terreno con su trompa y por lo tanto acaban por destruir la capa herbácea. Sin embargo, se puede remediar este inconveniente, colocando argollas en el hocico de los animales o rotando a los cerdos en los pastos como mayor frecuencia.

Según Edwards citado por Piccioni (1970), un buen pasto para cerdos deberá responder a las siguientes exigencias:

- Especies vegetales adaptadas al suelo y al clima local.
- Apetitividad y succulencia de las plantas.
- Valores elevados en proteínas y sustancias minerales, pero débiles en celulosa.
- Fuerte contenido en vitaminas.
- Larga persistencia, resistencia a los destrozos de los cerdos y un nuevo brote en primavera.
- Costo razonable de la instalación.

Piccioni (1970), señala que: si durante el período de crecimiento, la comida base ésta formada exclusivamente de forrajes verdes, pasturados o distribuidos en las porquerizas, la cantidad de sustancias nutritivas digeribles que se aporta es siempre débil con respecto al volumen de la comida.

También esta alimentación compromete el aumento de tamaño no sólo en este estado sino hasta el momento en que vaya a ser sacrificado, no obteniéndose el peso deseado más que después de un período de tiempo notablemente más largo. Por el contrario, si se distribuye a los cerdos en crecimiento una cierta cantidad de forrajes verdes, no superior a los dos tercios de la comida base, queda satisfecho el aumento de volumen y no compromete la ganancia ponderal en su fase final. Por lo tanto, es posible en esta forma disminuir el costo de engorde de los cerdos.

2.3.2 Características nutritivas.

Según Alarcón (1971), el valor nutritivo de un forraje debe ser considerado en base a los factores que influyen en el nivel de consumo y, éste es el resultado de los parámetros consumo de nutrientes, digestibilidad, eficiencia alimenticia y utilización del alimento digerido.

Said (1971), estudió el valor nutritivo del pasto kikuyo a las 5, 7, 9 y 12 semanas, encontrando en el primer estado un contenido de proteína alto, 23.7%, luego de 12 semanas decreció a 13.7%. La fibra cruda y el extracto no nitrogenado se incrementó en cuatro y 7.5 unidades respectivamente; en cambio el extracto etéreo y la energía bruta decreció con la ma -

durez. De igual manera comprobó que el coeficiente de digestibilidad aparente en los mismos cuatro estados decrece ya que a las cinco semanas tuvo un promedio de 78.2% de digestibilidad de la proteína cruda y para las 12 semanas 58.3%, para la materia orgánica de 72.6% a 56.7%; para el extracto etéreo de 68.8% a 36.5%; para la fibra cruda de 74.2% a 61.7% y extracto no nitrogenado de 67.9% a 53%.

La composición promedio de los pastos verdes, en las diferentes fases de su producción, se hallan expuestos en la Tabla 5.

2.3.3 Utilización en alimentación de cerdos.

En pastoreo, los cerdos, a más de tener aumentos de peso más económicos, crecen con rapidez y vigor; a menudo es aconsejable dar a los cerdos en crecimiento y en régimen de pastoreo una ración de alimento concentrado de 1 a 1.5 kg. por 100 kg. de peso vivo con el fin de conseguir una ración más equilibrada (Díaz, 1965).

Concellón (1972), alimentó cerdos con dietas a base de maíz y harina de carne con o sin pastoreo, determinando que en 100 kg. de aumento de peso vivo con suministro de forraje, se economiza 40 kg. de la mezcla

TABLA 5. Composición promedio de pastos verdes en el transcurso de las diferentes fases de maduración.

Fases de maduración	Materia seca %	Proteína bruta %	Proteína diges. %	Fracc. no nit. %	Materias grasas %	Celulosa bruta %	Cenizas %
Pasto joven	23.0	4.7	3.5	11.1	0.9	4.6	2.6
Antes de la maduración	24.7	2.6	1.5	12.0	0.9	7.6	1.6
En floración	31.5	2.7	1.5	15.5	0.9	10.5	1.9
Después de la maduración	36.4	3.0	1.1	24.5	1.3	15.3	2.4

FUENTE: Piccioni, 1970.

maíz y harina de carne. En la práctica una hectárea de pasturas permite asegurar a 30-50 cerdos desde el destete hasta el sacrificio, permitiendo economizar en este caso 800 a 1.000 kg. de maíz y 500 kg. de harina de carne, en otros casos 500 a 700 kg. de maíz y 400 kg. de harina de carne.

De Uriarte y Shimada (1977), realizaron tres experimentos con objeto de valorar la utilización de la alfalfa en la alimentación de cerdos. En el primero, con 24 cerdos Yorkshire, de 33 kg. comparando tres tratamientos: alimento balanceado a voluntad, sin y con niveles de alfalfa fresca, encontrando que las ganancias diarias y los consumos de alimento balanceado, fueron similares para los tratamientos, sin embargo, los animales que recibieron alfalfa incrementaron linealmente su consumo total de materia seca, así como la conversión alimenticia. El segundo experimento, con 24 animales Yorkshire de 35 kg., se comparó el mismo alimento balanceado a voluntad, contra dos niveles de restricción del mismo 90% y 80%, suplementados con alfalfa fresca. Las ganancias de peso, consumo de materia seca y conversiones de los tres tratamientos fueron estadísticamente similares ($P < 0.05$). Para el tercer ensayo emplearon 12 cerdos Landrace de 37 kg. y compararon el empleo de 0% Vs. 15% de alfalfa achicalada. Los resulta-

dos no mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$) para ninguno de los parámetros estudiados.

Mosquera (1970), con el propósito de demostrar la bondad de los pastos como fuentes de vitaminas en levante y acabado de los cerdos efectuó el siguiente experimento: utilizó 56 cerdos destetos de las razas Duroc y Mestizos Landrace x Duroc, con peso promedio inicial de 20 kg., llevándolos hasta 89 kg. de peso final. Los animales fueron distribuidos en ocho grupos, cuatro de los cuales fueron alojados en potreros de pastoreo con kikuyo (Pennisetum clandestinum) más trébol blanco (Trifolium repens); los cuatro grupos restantes en confinamiento. De los cuatro grupos en pastoreo, dos recibieron una dieta con vitaminas y los otros dos, dietas sin vitaminas; en igual forma se procedió con los grupos en confinamiento. Obtuvo los siguientes resultados:

- Verificado el análisis estadístico no encontró diferencias significativas ($P < 0.01$), entre los diferentes tratamientos con y sin vitaminas.
- Los cerdos que recibieron la ración con vitaminas tuvieron un aumento promedio total de 70.80 kg., mientras que los con ración sin vitaminas 69.99 kg.

- El aumento promedio diario de los grupos en confinamiento con vitaminas fué de 0.710 kg. y de los que recibieron vitaminas 0.603 kg.
- Los animales en pastoreo y que recibieron la ración con vitaminas aumentaron en promedio diario 0.722 kg. y los sin vitaminas 0.704 kg.
- La conversión alimenticia de los lotes que recibieron vitaminas, tanto en pastoreo como en confinamiento fué de 3.31 kg. y la de los lotes que no recibieron vitaminas fué de 3.24 kg.
- La conversión alimenticia de los grupos en confinamiento fué de 3.26 kg., la de los grupos en pastoreo fué de 3.30 kg. La menor conversión alimenticia de los lotes en pastoreo podría deberse al mayor gasto de energía por ejercicio.
- Las bajas, por mortalidad o enfermedad en los lotes que no recibieron vitaminas en la dieta fué de 10.7%; en los lotes que recibieron vitaminas no se produjeron bajas. Los grupos en pastoreo tuvieron un 3.7% de mortalidad; entre tanto, lo que estuvieron en confinamiento alcanzaron 7.14% de mortalidad.

Krider (1950), comparó bromagrass y alfalfa como alimento para cerdos, desde el destete hasta 90.6 kg. Utilizó en este ensayo comparativo 400 animales, suministrándoles una ración a base de maíz amarillo, mezcla

mineral (40% caliza, 40% harina de huesos y 20% de sal), más suplemento proteico, obteniendo los resultados siguientes:

- Los cerdos alimentados sobre bromegrass ganaron ligeramente menor peso que los alimentados con alfalfa. La diferencia no fué significativa.
- Los animales que pastoreaban alfalfa alcanzaron 90.6 kg. de peso una semana antes de los que pastoreaban bromegrass.
- Los cerdos que pastoreaban bromegrass necesitaron 5.5% más alimento para cada 45.3% de peso ganado, que los alimentados con alfalfa.
- Los cerdos alimentados sobre alfalfa consumieron 33% menos suplementos proteicos y 13% menos de suplementos minerales, que los alimentados con bromegrass.
- La asociación alfalfa bromegrass fué prácticamente similar en resultados que la alfalfa sola.

Hutchinson (1957), en un ensayo realizado con 240 cerdos, desde el destete hasta los 90 kg. comparando pastoreo Vs. confinamiento, encontró que el consumo de concentrado de los porcinos en pastoreo fué 1/3 menos que el de los cerdos en confinamiento.

Becerra y colaboradores (1968), en un ensayo en pradera de tré-

bol ladino (Trifolium repens Vr. latum) , encontraron que el número óptimo de cerdos por hectárea era de 40, desde los 20 kg. hasta los 100 kg. con raciones balanceadas a discreción. En este mismo experimento obtuvieron un consumo menor de 55 kg. de concentrado con relación a aquellos que no estaban en pastoreo. En resumen se obtuvo una economía de 22 kg. de alimento en los 40 cerdos con relación a condiciones de confinamiento. Los cerdos ocuparon la pradera 148 días de prueba.

Carroll (1962), considera que 0.405 de hectáreas de alfalfa puede sostener en pastoreo de 15 a 25 porcinos en crecimiento y ceba, 8 a 12 marranas de cría y cinco a ocho marranas con camada. El número menor de animales está dado para casos de suelos pobres y pastos poco desarrollados. Estos casos de pastoreo son para zonas templadas en temporadas comprendidas entre principios de primavera y finales de otoño. En condiciones favorables el trébol puede sostener de seis a diez marranas de criapor 0.405 de hectáreas y de cuatro a siete con sus camadas.

Becker (1946), en una experiencia llevada a cabo en la estación Experimental de Illionois sobre la capacidad de pastoreo de cerdos con gramineas, encontró que 0.405 de hectáreas de brome grass dió suficiente forraje para 20 cerdos desde los 18.12 kg. hasta los 90.60 kg. El broma-

grass fué palatable y permaneci6 suculento y verde durante el periodo del experimento (verano y principios de otoño).

Díaz (1965), informa que en los países que producen alfalfa se calculan generalmente de 40 a 50 cerdos por hectárea de alfalfa, en la primavera, puesto que en este animal no existe peligro de meteorización en ninguna época del año. Morrison (1965), concuerda con lo anterior, indicando que en una hectárea cultivada de leguminosas y proporcionando una ración balanceada se puede sostener de 44 a 66 cerdos. Concluye señalando que los cerdos mantenidos sobre gramíneas necesitan mayor cantidad de alimentos proteínicos y de minerales que los sostenidos sobre leguminosas. Esto debido a que las leguminosas son generalmente más palatables y ricos en proteínas y minerales.