

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL**

**TESIS**

**EVALUACION DE LA INCLUSION DE YUCA (Manihot esculenta  
Cranz) Y SUERO EN LA ALIMENTACION DE CERDOS EN LAS  
ETAPAS DE DESARROLLO Y ENGORDE.**

**POR**

**ANA AMANDA RIVERA DUBON  
ANA JULIA SILVA GOMEZ**

**MANAGUA, NICARAGUA.  
1996**

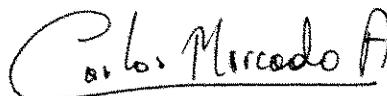
Esta tesis fue aceptada, en su presente forma, por el Comité Técnico Académico de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria y aprobada por el Tribunal Examinador, como requisito parcial para optar al grado de :

## *INGENIERO AGRONOMO*

MIEMBROS DEL TRIBUNAL :



Ing. MSc. Nadir Reyes Sánchez  
Presidente

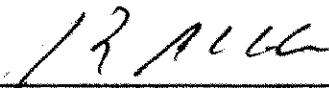


Ing. MSc Carlos Mercado Areas  
Secretario



Ing. Alvaro Mayorga Narvaez  
Vocal

TUTOR:



Ing. Roberto Blandino Obando

SUSTENTANTES:

Br. Ana Amanda Rivera Dubón  
Estudiante



Br. Ana Julia Silva Gómez  
Estudiante

Managua, 16 de Abril de 1996

## CARTA DEL TUTOR

Por medio de la presente hago constar que el trabajo de diploma "EVALUACION DE LA INCLUSION DE YUCA (Manihot esculenta Cranz.) Y SUERO EN LA ALIMENTACION DE CERDOS EN LAS ETAPAS DE DESARROLLO Y ENGORDE", ha sido desarrollado por las Bres. Ana Amanda Rivera Dubón y Ana Julia Silva Gómez, mostrando independencia y disciplina en la ejecución del mismo, así mismo, la misión técnica china valoró como excelente la labor por ellas desarrolladas.

El tema es de mucho interés en la actualidad, pues representa una alternativa de uso de alimentos locales, para abaratar los costos de la alimentación de cerdos. Dicho tema se inserta dentro de la temática que la misión técnica china se ha propuesto estudiar y fue desarrollado con las limitaciones de una granja comercial, para este tipo de estudios, pues las instalaciones no tiene las condiciones para desarrollar con bastante precisión algunas mediciones, sin embargo a pesar de esas limitaciones el trabajo contribuye a brindarnos datos preliminares para su profundización con otros estudios, sobre el tema "uso de la yuca y el suero en la alimentación de cerdos en desarrollo y engorde".

Considero que el presente trabajo cumple con los requisitos para su presentación ante un tribunal examinador y sirva como requisito para optar al grado de ingeniero agrónomo a las Bres. Rivera y Silva.

Sin otro particular.

Atte.

  
Ing. Roberto Blandino Obando  
Profesor consejero

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a:

Mis queridos padres Carlos A. Rivera y Maritza Dubón, quienes con amor, apoyo y comprensión me han dado aliento para mi formación profesional.

Mi hijo Carlos A. Loáisiga, a quien quiero mucho y ha sido motivo de inspiración para seguir adelante.

Mis queridos hermanos Carlos, Oscar, Karla y Claudia Rivera Dubón, que les sirva de ejemplo para su formación en un futuro

Mi esposo Jorge Luis Loáisiga que con su amor y comprensión me ha ayudado para la culminación de mi tesis.

***ANA AMANDA***

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a:

Nuestro padre celestial, por darme la vida y permitirme lograr la culminación de este trabajo, el cual es una de las metas que me he propuesto en mi camino.

Mis padres Lilliam Gómez y Ronald Silva, quienes con amor y apoyo me han servido de guía para querer superarme.

Mi hija Liliana, quien es lo más valioso que tengo y es ella la que me impulsa a seguir adelante.

Mi hermano Diriangén, a quien espero motivar en su camino de enseñanza y formación personal.

**ANA JULIA**

## AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a todas las personas que de una u otra forma ayudaron en la realización de éste trabajo, en especial a las siguientes:

Al Ing. Roberto Blandino, nuestro asesor y amigo quien supo conducirnos en todo momento para la realización del presente trabajo.

A los técnicos de la "Granja Experimental Porcina", Dr. Wu Shyan Wen, Lee Shuen Fang y al Lic. Ernesto Avendaño, quienes de manera desinteresada nos facilitaron las instalaciones para la realización del presente trabajo.

Al Ing. Carlos Mercado, por su ayuda en la realización del análisis económico de nuestro trabajo.

A la Ing. Rosa Argentina Rodríguez, por haber hecho criticas constructivas para la presentación de éste trabajo.

Al Ing. Bryan Mendieta por habernos brindado su ayuda en la búsqueda de material bibliográfico.

A los compañeros que laboran en la Biblioteca del CENIDA, Katty, Francis, Maritza, Mireya y especialmente a Pedro Noguera por su gran aporte en la búsqueda del material bibliográfico.

A las secretarias de la Facultad de Ciencia Animal, Gloria Sobalvarro y Zayda Hernández por su colaboración y apoyo a lo largo de nuestro trabajo.

A la Lic. María Guillermina Alaníz, por su colaboración para la presentación de nuestro trabajo.

# Índice

RESUMEN .....	VIII
LISTA DE CUADROS.....	IX
LISTA DE GRÁFICOS.....	X
LISTA DE ANEXOS.....	XI
I INTRODUCCION .....	11
1.1 OBJETIVOS .....	4
II REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. EL CERDO ( <i>Sus scrofa</i> G.).....	5
2.1.1. Características e importancia.....	5
2.1.2. Aspectos económicos en la alimentación porcina.....	6
2.1.3. Requerimientos nutricionales.....	7
2.1.3.1. Agua.....	7
2.1.3.2. Proteína.....	7
2.1.3.3. Aminoácidos esenciales.....	8
2.1.3.4. Grasas.....	8
2.1.3.5. Relación Energía: Proteína.....	9
2.1.3.6. Fibra.....	9
2.2. YUCA ( <i>Manihot esculenta</i> C.).....	11
2.2.1. Composición química de la yuca.....	11
2.2.1.1. Fuente de energía y proteínas.....	12
2.2.1.2. Fuente de carbohidrato.....	12
2.2.1.3. Contenido de vitamina.....	13
2.2.2. Factores antinutricionales.....	13
2.2.3. Utilización de la yuca en la alimentación de cerdos.....	14
2.2.4. Rendimiento de la canal.....	16
2.2.5. Formas de utilización de la yuca.....	16
2.2.6. La yuca como alimento económico.....	17
2.2.7. Resultados en ganancias de peso y conversión.....	18
2.3. SEMOLINA DE ARROZ.....	18
2.3.1. Concepto.....	18
2.3.2. Utilización de la semolina en la alimentación porcina.....	18
2.3.3. Factores antinutricionales.....	19
2.3.4. Calidad de la proteína y energía.....	20
2.4. SUERO.....	20
2.4.1. Concepto.....	20
2.4.2. Composición química.....	20
2.4.3. Limitantes en el uso del suero en la alimentación porcina.....	20
2.4.4. Utilización del suero en la alimentación porcina.....	21
2.4.5. Fuente de proteína.....	21
2.5. MAÍZ ( <i>Zea mays</i> ).....	22
2.5.1. Composición química.....	22
2.5.2. El maíz como alimento para cerdos.....	22
2.5.3. Factores antinutricionales.....	22
2.5.4. Calidad de la proteína.....	24
2.5.5. Fuente de carbohidrato.....	24

<b>III. MATERIALES Y METODOS</b> .....	<b>25</b>
3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	25
3.1.1. <i>Descripción de la granja</i> .....	25
3.1.2. <i>Instalaciones y equipos</i> .....	26
3.1.3. <i>Manejo</i> .....	26
3.1.4. <i>Sanidad</i> .....	27
3.1.5. <i>Personal</i> .....	28
3.2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	28
3.2.1. <i>Selección de animales</i> .....	28
3.2.2. <i>Tratamientos en estudio</i> .....	28
3.2.3. <i>Datos</i> .....	32
3.2.4. <i>Variables</i> .....	32
3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	33
3.4. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	34
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	<b>36</b>
4.1. ETAPA DE DESARROLLO.....	36
4.1.1. <i>Consumo de alimento</i> .....	36
4.1.2. <i>Ganancia Media Diaria (GMD)</i> .....	41
4.1.3. <i>Conversión alimenticia</i> .....	43
4.2. ETAPA DE ENGORDE.....	45
4.2.1. <i>Consumo de alimento</i> .....	45
4.2.2. <i>Ganancia media diaria</i> .....	49
4.2.3. <i>Conversión alimenticia</i> .....	51
4.3. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	53
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	<b>56</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>57</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>58</b>
<b>VIII. ANEXOS</b> .....	<b>65</b>

**RIVERA, A.A.; SILVA, A.J.** 1996. Evaluación de la inclusión de yuca (*Manihot esculenta*) y suero en la alimentación de cerdos en desarrollo y engorde. Tesis Ing. Agron. U.N.A. Managua, Nicaragua. 64 p.

Palabras claves: Cerdo, desarrollo, engorde, alimentación, suero, yuca, conversión alimenticia, ganancia media diaria, costos.

Evaluación de la inclusión de yuca (*Manihot esculenta*) y suero en la alimentación de cerdos en desarrollo y engorde.

## **RESUMEN**

Se realizó un experimento con 30 cerdos comerciales en las etapas de desarrollo y engorde, con una duración de 120 días (60 días por etapa) con el objetivo de evaluar el efecto de la inclusión de yuca y suero en la alimentación, sobre consumo, ganancia media diaria (GMD), conversión alimenticia y utilidad económica. Los cerdos fueron asignados aleatoriamente en 3 grupos de 10 cerdos cada uno, de pesos similares con 60 días de edad, utilizándose un Diseño Completo al Azar (D.C.A.). Se encontró diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) en las categorías de desarrollo y engorde en cuanto a ganancia media diaria del tratamiento  $T_1$  respecto a los tratamientos  $T_2$  y  $T_3$ . Las raciones experimentales estaban constituidas por:  $T_1$  (testigo) concentrado comercial,  $T_2$  base (50% maíz, 50% semolina y sal) y suero y el  $T_3$  la misma base, suero y yuca. En la etapa de desarrollo los consumos de alimento, ganancia media diaria y conversión alimenticia promedio por cerdo fueron de: 63.48, 189.57 y 218.45 kg; 384.33, 174.33 y 158.33 gramos/día; 2.75, 19.95 y 20.88 para  $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$  respectivamente. En la etapa de engorde, los consumos de alimento, ganancia media diaria y conversión alimenticia promedia por cerdo fueron de: 164.98, 343.44 y 355.87 kg; 822.03, 398.65 y 328.80 gramos/día; 3.34, 14.36 y 18.03. El análisis económico evidencia que las mejores utilidades se obtuvieron con el  $T_2$  en la etapa de engorde con C\$ 90.61/cerdo. Se concluye que se puede suministrar raciones para la alimentación de cerdos en engorde con subproductos lácteos y agrícolas con el fin de disminuir los costos por alimento.

## Lista de Cuadros

<b>CUADRO 1. Requerimientos nutricionales del cerdo.</b> .....	10
<b>CUADRO 2. Utilización de la yuca en la alimentación de cerdos en desarrollo y engorde.</b> .....	15
<b>CUADRO 3. Composición y valor nutritivo calculado del concentrado y la base utilizados en la etapa de desarrollo.</b> .....	30
<b>CUADRO 4. Composición y valor nutritivo calculado del concentrado y la base utilizados en la etapa de engorde.</b> .....	31
<b>CUADRO 5. Consumo promedio total de alimento por cerdo de los tres tratamientos en estudio en la etapa de desarrollo (en base fresca).</b> .....	39
<b>CUADRO 6. Consumo de alimento en base a materia seca de los tratamientos en estudio.</b> .....	40
<b>CUADRO 7. Comportamiento de la variable GMD (g/día) en los diferentes períodos de la etapa de desarrollo.</b> .....	43
<b>CUADRO 8. Tendencia de la conversión alimenticia durante la etapa de desarrollo.</b> .....	44
<b>CUADRO 9. Consumo promedio total de alimento por cerdo de los tres tratamientos en estudio, en base fresca, en la etapa de engorde.</b> .....	47
<b>CUADRO 10. Consumo de alimento en base a materia seca de los tratamientos en estudio en la etapa de engorde.</b> .....	48
<b>CUADRO 11. Comportamiento de la variable GMD (g/día) en los diferentes períodos de la etapa de engorde.</b> .....	51
<b>CUADRO 12. Comportamiento de la conversión alimenticia durante la etapa de engorde.</b> .....	52
<b>CUADRO 13. Análisis de presupuestos parciales de los diferentes tratamientos para la etapa de desarrollo.</b> .....	54
<b>CUADRO 14. Análisis de presupuestos parciales de los diferentes tratamientos para la etapa de engorde.</b> .....	55

## Lista de Gráficos

<b>GRÁFICO 1. Consumo de alimento promedio por cerdo de los tratamientos en los diferentes periodos durante la etapa de desarrollo.....</b>	<b>36</b>
<b>GRÁFICO 2. Tipo de alimento consumido por cerdo en la etapa de desarrollo. ....</b>	<b>38</b>
<b>GRÁFICO 3. Representación de la Ganancia Media Diaria (GMD) g/día de los tratamientos en la etapa de desarrollo. ....</b>	<b>41</b>
<b>GRÁFICO 4. Tipo de alimento consumido por cerdo en la etapa de engorde.....</b>	<b>45</b>
<b>GRÁFICO 5. Consumo de alimento promedio por cerdo de los tratamientos en los diferentes periodos durante la etapa de engorde.....</b>	<b>47</b>
<b>GRÁFICO 6. Representación de la Ganancia Media Diaria (GMD) g/día de los tratamientos en la etapa de engorde.....</b>	<b>49</b>

## **Lista de Anexos**

- ANEXO 1. Análisis de varianza de la Ganancia Media Diaria en la etapa de desarrollo.**
- ANEXO 2. Costos de alimentación en la etapa de desarrollo.**
- ANEXO 3. Comportamiento productivo de los cerdos en los diferentes tratamientos en la etapa de desarrollo.**
- ANEXO 4. Resultados de materia seca de los ingredientes utilizados.**
- ANEXO 5. Análisis de varianza de la Ganancia Media Diaria en la etapa de engorde**
- ANEXO 6. Costos de alimentación en la etapa de engorde.**
- ANEXO 7 Comportamiento productivo de los cerdos en los diferentes tratamientos en la etapa de engorde.**
- ANEXO 8. Análisis de varianza de la covariable Sexo en las etapas de desarrollo y engorde.**
- ANEXO 9 Comparación de la variable GMD (g/día) de los tratamientos en estudio en la etapa de desarrollo.**
- ANEXO 10 Comparación de la variable GMD (g/día) de los tratamientos en estudio en la etapa de engorde.**

## I INTRODUCCION

La producción de carne de cerdo representa casi el 50% del total de la carne de cualquier especie de ganado que se explote (Tejeda, 1983).

En Nicaragua, la carne de cerdo es la tercera fuente de proteína de origen animal, por lo que es una actividad importante en la economía nacional, siendo el consumo per cápita de carne de cerdo para los años 70-80, de 22 a 30 kg (Tejeda, 1983) y para 1991 se calculó en 1.4 kg (Blandino, 1995) cifra que no ha sufrido mucha variación.

En la actualidad, la explotación pecuaria, se orienta hacia una mayor producción porcina y avícola, de forma que la población consuma estas carnes con el fin de disminuir el consumo de carne de res, rubro que es importante para la exportación y por ende obtener mayores divisas para el país.

La matanza industrial en los primeros años de los 80, reflejó incrementos considerables llegando a alcanzar en 1982 la máxima matanza con 89.6 miles de cabezas y una producción en carne de 8.6 millones de libras; a partir de este año se observa un ritmo descendente llegando en 1985 a sacrificar 68.4 miles de cabezas con una producción de 6.8 millones de libras de carne, en los años 1989 hasta 1992 la matanza industrial fue de 29.06, 15.92, 5.6 y 5.1 miles de cabezas respectivamente. Este descenso en la producción fue debido a la baja calidad de los alimentos balanceados al no contener estos los requerimientos de proteínas y vitaminas necesarios (MAG, 1993).

La actividad porcina siempre ha descansado en la producción de cerdos de patio de los pequeños y medianos productores del interior del país y realizada en forma marginal. Esta producción ha representado entre el 70 y el 80% de la producción de carne de cerdos del país, cifra que ha aumentado en los últimos años (Blandino, 1995).

La alimentación del cerdo de patio esta basada en los residuos de las cosechas agrícolas, desperdicios de comidas, suero, maíz, sorgo, yuca y ñame (Cajina, 1991).

Los últimos años se han caracterizado por una menor producción de alimentos y el aumento vertiginoso de la población humana (Keifits, 1989). Con el aumento poblacional surge una competencia por los alimentos principalmente de granos de cereales entre el hombre y la especie animal; por estas razones se crean cambios en la tecnología de producción de cerdos con el fin de buscar alternativas alimenticias locales que resulten menos costosas que las materias primas convencionales, esto es importante si se toma en cuenta que los costos de la alimentación porcina representan del 65 al 75% de los costos totales (Ensminger, 1978).

Actualmente, los granos de cereales que son la base de la alimentación animal, se pueden reemplazar con los productos de la caña de azúcar obteniendo diferentes resultados en el engorde de cerdos. Los pequeños productores de países tropicales utilizan en la alimentación de cerdos niveles muy altos de frutas y desperdicios de raíces, así como hojas de ramio, velvet, batata, y árboles leguminosos; a esta escala se puede producir cerdos realmente económicos, aunque se requiera mayor tiempo para alcanzar el mercado (Mena, 1988).

Se hace necesario por lo tanto, realizar estudios que contribuyan a desarrollar sistemas de alimentación porcina de bajos insumos externos basado en el uso de recursos locales.

Por lo anterior el presente trabajo de investigación tiene los siguientes objetivos:

## **1.1 OBJETIVOS**

### **General**

- I. Contribuir a mejorar la eficiencia productiva y la rentabilidad económica de los sistemas de producción porcina, de pequeños y medianos productores, a través del uso eficiente de sus recursos disponibles.

### **Específicos**

- I. Medir el efecto de la inclusión de yuca y suero sobre la Ganancia Media Diaria, Consumo de alimento y Conversión Alimenticia, en la alimentación de cerdos, en las etapas de desarrollo y engorde.
- II. Determinar la utilidad económica de la inclusión de yuca y suero, en la alimentación de cerdos, en las etapas de desarrollo y engorde.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. EL CERDO (*Sus scrofa*. G.)

#### 2.1.1. Características e importancia.

El ganado porcino se adapta a las condiciones mas viables del medio ambiente y explotación. Transforma gran cantidad de productos agrícolas en alimento de extraordinario valor para el abastecimiento humano (Díaz, 1965). En muchas naciones constituye el eje de la industria productora de carne (Scarborough, 1965).

De todas las especies animales destinadas a la producción de carne, ninguna supera a la porcina en cuanto a capacidad de rendimiento, la cual es superior al 70%. El cerdo es el animal mamífero que con mayor rapidez y eficacia transforma en carne el alimento que consume (Armas, 1958).

Entre los animales domésticos productores de carne, solamente los pollos para carne superan al cerdo en cuanto a mayor peso vivo ganado, por unidad alimenticia consumida (Carrol, *et al.*, 1967).

El cerdo se caracteriza por producir carne que difiere de las otras especies, en su textura, sabor y ciertas propiedades nutritivas, así como su cubierta de grasa (Escamilla, 1960).

El cerdo pertenece a una especie múltipara. Una cerda puede dar dos partos al año, con un promedio de diez cerditos en cada parto (Armas, 1958). Cada uno de estos lechones, convenientemente alimentados, pueden ser sacrificados seis o siete meses después (Concellon, 1967).

Por otra parte, los cerdos aprovechan ciertos subproductos alimenticios que carecen de valor nutritivo en la alimentación humana y que no se adaptan muy bien a la de otras especies ganaderas (Carrol, *et al.*, 1967).

### **2.1.2. Aspectos económicos en la alimentación porcina.**

El alimento es uno de los aspectos más costosos en la producción de cerdos, representa alrededor del 80% del costo total de la producción, consecuentemente el producto de la empresa porcina está directamente afectado por el grado hasta el cual, puede hacerse un uso eficiente y económico de los alimentos (Scarborough, 1965).

El éxito económico de la explotación depende esencialmente de que se utilicen los alimentos mas baratos, siempre a condición de suministrar una dieta balanceada (Armas, 1958).

Una ración que no ha sido equilibrada, determina menores aumentos de peso, lo cual se refleja en beneficios menores. Esto explica la necesidad de un buen programa de alimentación, para obtener los mayores ingresos (Scarborough, 1965).

Para una explotación eficiente y rentable hay que cubrir exhaustivamente las necesidades nutritivas del cerdo en carbohidratos, grasas, proteínas, minerales y vitaminas. A pesar del cuidado que pueda ponerse en la cría, forma de explotación y control de enfermedades, si no se alimentan debidamente no puede obtenerse ningún beneficio (Concellon, 1967).

A cien kilogramos corresponden al peso indicado para la comercialización del cerdo terminado. La velocidad con que el animal alcance ese peso (velocidad de crecimiento) influye directamente en el costo de producción, debido a menor mano de obra que se requiere, al menor riesgo que se corre y a la relación entre la velocidad de crecimiento y la conversión alimenticia (ICA, 1980).

### **2.1.3. Requerimientos nutricionales.**

Los compuestos que se encuentran en los tejidos animales y vegetales son numerosos y variados en composición química, propiedades y valores nutritivos. A estos compuestos se les llamó: agua, ceniza o materia mineral, proteína bruta, hidratos de carbono, grasas y vitaminas. El agua y los minerales se clasifican como compuestos inorgánicos, mientras que la proteína, los hidratos de carbono, las grasas y las vitaminas son compuestos orgánicos (Carrol *et al.*, 1967).

#### **2.1.3.1. Agua.**

Se puede calcular el consumo total de agua para los cerdos en crecimiento-terminado multiplicando la cantidad de alimento que consume un cerdo, expresado en kg. por 1.9. Si un cerdo de 45 kg. consume 2.26 kg. diarios de alimento, su consumo de agua, según lo expuesto, sería de 4.3 litros diarios (Carrol *et al.*, 1967).

#### **2.1.3.2. Proteína.**

Las proteínas tienen gran influencia sobre la calidad de la canal, sobre la conversión alimenticia y sobre la ganancia de peso vivo (NRC, 1985).

Para cerdos con pesos vivos que oscilan entre 22-35 kg., 35-60 kg. y 69-100 kg. el porcentaje de proteína para esos rangos debe ser de 16, 14 y 13% de la ración, respectivamente (NRC, 1985).

Por ser la alimentación del cerdo basada en granos de cereales, es frecuente que la proteína esté deficiente en las raciones porcinas, debido a que los cereales y sus subproductos son deficientes en proteínas tanto en calidad como en cantidad (Blandino, 1994).

El valor biológico de la proteína depende de los aminoácidos imprescindibles para la vida del animal por no poderlos sintetizar en su organismo (Blandino, 1994).

#### **2.1.3.3. Aminoácidos esenciales.**

Los aminoácidos esenciales para los cerdos jóvenes son la lisina, triptófano, histidina, leucina, isoleucina, fenilalanina, treonina, metionina, valina y arginina (Carrol *et al.*, 1967).

Las necesidades en aminoácidos dependen de diversos factores, siendo los principales el nivel de proteína de la ración y la edad o etapa de desarrollo, pero Cunha (1968), dijo que los aminoácidos más limitantes son: lisina, triptófano y la metionina.

Para cerdos en etapa de crecimiento con pesos de 25 a 35 kg. el porcentaje de lisina, triptófano y metionina para ese rango es de 0.70. 0.13 y 0.50% respectivamente (NRC, 1985).

La deficiencia de lisina provoca disminución del apetito, pérdida de peso, baja eficiencia de conversión alimenticia, pelo seco y áspero, y adelgazamiento morbosos. La deficiencia de triptófano se puede dar en raciones a base de maíz o de otros granos, ya que esos son pobres en triptófano. Su carencia en la dieta causa pérdida de peso, consumo reducido de alimentos, apetito depravado, pelo áspero y síntomas de inanición (Blandino, 1994).

#### **2.1.3.4. Grasas.**

Los cerdos necesitan grasa en la ración. Una dieta semipurificada que contenía 0.06% de grasa, produjo síntomas de deficiencia, caracterizados por dermatitis escamosa, caída del pelo, zonas necróticas en la piel del cuello y de la espalda y aspecto caquéxico. Se retardó la madurez sexual y la autopsia puso de manifiesto un sistema digestivo poco desarrollado y una vesícula biliar muy pequeña (Beeson, 1959).

Para evitar estos síntomas basta que en la ración exista de 1.0-1.5% de grasa (Blandino, 1994).

#### **2.1.3.5. Relación Energía: Proteína.**

Raciones con bajo contenido de proteína determinan mayor disposición de grasa y menos carne magra. Un nivel elevado de proteína producen canales más magras. Los altos niveles de proteínas en las dietas de crecimiento mejoran la conversión alimenticia y la ganancia en peso vivo, siempre que la proteína no se encuentra en exceso. Si se altera la relación E:P aumentando la proteína por ejemplo esto empeora la velocidad de crecimiento ya que el cuerpo va a hacer un gasto extra de energía para poder eliminar el exceso de nitrógeno, siendo así una pérdida por su alto costo (Blandino, 1994).

Para cerdos con pesos que oscilan entre 25 a 35 kg., 35 a 60 kg. y 60 a 100 kg. la relación E:P debe ser de 3,300:16, 3,300:14 y 3,300:16 respectivamente (NRC, 1985).

Los principales principios nutritivos que aportan energía son los hidratos de carbono. En los vegetales existen diversas formas de hidrato de carbono que, en el análisis de alimento, se identifica extracto libre de nitrógeno (E.L.N.) y fibra cruda. La fracción E.L.N. comprende los hidratos de carbono más solubles: azúcares, almidón y un poco de hemicelulosa. Todos ellos, con excepción de la hemicelulosa, son muy digestibles, pero la fibra cruda contiene celulosa, hemicelulosa y lignina, que son muy indigestibles para el cerdo (Ensminger, 1978).

#### **2.1.3.6. Fibra.**

Una cantidad de fibra superior al seis u ocho por ciento en las raciones de cerdos en crecimiento terminado reduce la rapidez y la economía de las ganancias de peso Carrol *et al.*, 1967).

La aptitud de los animales para utilizar los alimentos fibrosos, digerir la fibra que contienen, dependen en principal medida de la acción microbiana en el caso de los rumiantes, en cambio los cerdos están limitados para hacer un consumo de grandes volúmenes de alimento, donde se manifiesta una predominante acción enzimática (Blandino, 1994).

Aunque la digestibilidad de la fibra varía considerablemente, los ácidos grasos producidos en la degradación de la celulosa parece ser son absorbidos por el intestino grueso y utilizados eficientemente para fines productivos (Wu, 1961).

El Cuadro 1 muestra los requerimientos nutricionales adecuados para cerdos de 20-35, 35-60 y 60-100 kg. de peso vivo propuestos por el NRC, (1985), así como también la GMD, consumo de alimento en cada etapa.

**CUADRO 1. Requerimientos nutricionales del cerdo.**

PV (kg.)	20-35	35-60	60-100		35-60	60-100
GMD(kg.)	0.6	0.7	0.8	Consumo min. Kg.	2	3
PB%	16	14/15	13/14	PB gramo	280	390
EM Mcal	3.17	3.19	3.195	EM Mcal	6320	9480
I. C.	2.5	2.86	3.75	MS gramo	1800	2700
Ca%	0.5	0.5	0.5			
P%	0.4	0.4	0.4			
Vit. UI/kg. de alim.	1300	1300	1300			

PV: Peso vivo. Ca: Calcio.

GMD: Ganancia Media Diaria. P: Fósforo

PB: Proteína Bruta. MS: Materia Seca

EM: Energía Metabolizable. Vit.: Vitamina

I.C.: Índice de Conversión

FUENTE: NRC, (1985).

## **2.2. YUCA (*Manihot esculenta* C.).**

En la mayoría de los países tropicales las fuentes principales de energía en los alimentos balanceados para cerdos son el maíz y el sorgo. Estas dos materias primas presentan el problema de tener un alto costo, debido principalmente a que son utilizados por el hombre como alimento y por no producirse eficientemente. La yuca puede ser una magnífica alternativa ya que por sus altos rendimientos productivos en climas tropicales permite utilizarla tanto para la alimentación humana como para animal (Montaldo, 1985).

La yuca puede utilizarse en la alimentación porcina en forma de raíces frescas, ensilaje, en harina e inclusive sus hojas. El contenido de nitrógeno es alto, mientras que el de celulosa es bajo, lo cual contribuye a que sea un alimento de fácil digestión y por lo tanto bien utilizado por los cerdos (Montaldo, 1985).

### **2.2.1. Composición química de la yuca.**

Según Flores y Agraz (1981), la composición química del tubérculo es la siguiente: humedad 65 a 68% ; proteína cruda 2.0 a 3.5% ; grasa cruda 0.7 a 0.9% ; fibra cruda 3.9 a 5.7% ; extracto libre de nitrógeno (E.L.N.) 88.4 a 89.9% y cenizas 2.7 a 3.2%.

El contenido de aminoácidos esenciales es inferior al maíz, no obstante de lisina son casi iguales, treonina es el doble y arginina el triple. El contenido de grasa es bajo, también el de fibra cruda, en la cáscara existe 1/3 del total. El contenido de cenizas es aceptable y está de acuerdo al suelo donde crecen. El contenido de E.L.N. es alto y formado casi exclusivamente por almidón; debido a ello, es muy usada la yuca en la industria de pegamentos (Flores y Agraz, 1981).

### **2.2.1.1. Fuente de energía y proteínas.**

La yuca puede reemplazar el maíz como fuente de energía, aunque su contenido de proteína es menor. (Castillo, 1984). Además la energía metabolizable de las raíces de yuca en base húmeda es de 1.35-1.50 Mcal/kg. y en base seca es de 3.35-3.80 Mcal/kg. de alimento (Buitrago, 1990).

La yuca es muy deficiente en aminoácidos azufrados (metionina y cistina), cuyos bajos niveles en las raíces y follaje de yuca resultan limitativos para nutrición de monogástricos. Pond, *et al.*, (1974), presentan valores de metionina de 0.33 a 1.0% de la proteína, y de lisina fluctúa de 1.54 a 6.2%. El contenido de triptófano es de 0.5% de la proteína. Estos valores por el contenido tan bajo de proteína de la yuca, contribuyen con valores insignificantes al requerimiento de aminoácidos de los cerdos.

Se ha recomendado la suplementación de productos con alto contenido de metionina, o bien metionina sintética en dietas para cerdos a base de yuca, no solamente para mejorar la calidad proteica de las dietas (especialmente cuando se utilizan fuentes proteicas vegetales), sino también para proporcionar una fuente disponible de azufre para la desintoxicación del cianuro de la yuca (CIAT, 1977). Los grupos sulfidrilos del aminoácido reaccionan con el ión cianuro para formar la molécula tiocianato, que es inocuo para el organismo y es excretado por la orina (Buitrago, 1990).

### **2.2.1.2. Fuente de carbohidrato.**

La yuca constituye una de las principales fuentes de carbohidrato del trópico. Su producción mundial es de 87 millones de toneladas aproximadamente (Gutiérrez, 1974).

Campabadal y Musmanni (1979), dicen que la elevada cantidad de carbohidrato en la yuca, hacen de ésta un importante alimento energético para la alimentación de animales domésticos. Una de las formas de incrementar el uso de la yuca en las fincas puede ser su conversión en carne de cerdo, especie animal que tiene la característica de requerir

cantidades apreciables de energía con relación a las cantidades de proteína en su periodo de ceba.

La yuca constituye básicamente una fuente de carbohidrato. Vogt (1966), establece que un 30.84% de la raíz fresca, es extracto libre de nitrógeno, compuesto por un 80% de almidón y un 20% de azúcares.

### **2.2.1.3. Contenido de vitamina.**

Los contenidos de vitaminas en la yuca además de ser muy variables son pobres (Conrad *et al.*, 1976), sin embargo, Gómez (1977), establece que la yuca es rica en ácido ascórbico (30 mg) y contiene cantidades apreciables de tiamina (0.05 mg), riboflavina (0.03 mg) y niacina (0.06 mg).

### **2.2.2. Factores antinutricionales.**

La utilización de la yuca en la alimentación de cerdos se ve afectada por la presencia de un factor tóxico, del tipo glucósido cianogénico, que bajo degradación enzimática genera ácido cianhídrico (HCN) (Conrad *et al.*, 1976). Este tóxico (HCN) no existe libre como tal en las plantas, pero se forma cuando se cortan o trituran las partes que contienen los glucósidos (Montaldo, 1985). En la yuca se han identificado los B - glucósidos linamarina 96% y lotaustralina 4% (Gómez, 1977). Generalmente la concentración de la linamarina es mayor en la cáscara de las raíces que en la pulpa (Brund, 1973).

Según que la concentración de glucósidos cianogénicos (linamarina) sea más o menos alta, una variedad de yuca puede ser amarga y altamente tóxica, o puede ser dulce. Sin embargo, la diferenciación entre variedades amargas y dulces no siempre es exacta, ya que el contenido de glucósidos cianogénicos no es constante, y depende no solamente de la variedad sino también de las condiciones ecológicas del cultivo. Existe todo un rango de variedades, desde las muy amargas hasta las muy dulces.

La toxicidad de la yuca, relacionada al alto contenido de ácido cianhídrico (HCN) se debe a que este tóxico es un potente inhibidor de la respiración celular. Gran parte de la toxicidad se debe a la afinidad de HCN por los iones metálicos, tales como el cobre y el hierro, por lo que al combinarse con el hierro de la hemoglobina y con el cobre de la oxidasa citocrómica, impide que estos compuestos cumplan sus funciones en el organismo animal (Buitrago, 1990).

Se han aplicado diversos procesos para eliminar el tóxico como la deshidratación, ebullición y remojado en agua; el secado al aire a 6.5 °C elimina hasta el 29% del cianuro unido; la ebullición en agua por 25 minutos elimina el 55% del cianuro unido; el remojo en agua elimina menos del 5% después de 4 horas aunque períodos largos de hasta 18 horas elimina probablemente el 50% porque se inician procesos de fermentación (Tejeda, 1983).

### **2.2.3. Utilización de la yuca en la alimentación de cerdos.**

La mayor cantidad de trabajos experimentales sobre la utilización de yuca fueron realizados en Colombia por investigadores del ICA y del CIAT. Los trabajos de Maner y Buitrago (1974); Maner y Jiménez (1967); Maner *et al.*, (1967) y Maner (1972), citados por ICA (1980), en los cuales se estudió la utilización de la yuca fresca y seca, convertida en harina en raciones para cerdos, evidencia que estos productos pueden reemplazar al maíz en raciones prácticas para cerdos y sólo se observa un efecto depresor del crecimiento, cuando la yuca se incorpora en niveles superiores al 60% de la ración.

La utilización de la yuca fresca en la alimentación de cerdos en Centroamérica ha sido investigada por Campabadal y Musmanni (1979), trabajando con yuca fresca, cocinada a hervor y secada al sol, encontraron los mejores rendimientos productivos tanto biológicos como económicos; con yuca secada al sol (Cuadro 2).

**CUADRO 2. Utilización de la yuca en la alimentación de cerdos en desarrollo y engorde.**

Parámetros	Forma de utilización		
	Cruda	Cocida	Seca
Ganancia de peso, kg.	0.5	0.70	0.711
Consumo de yuca fresca, kg.	4.10	4.85	2.90
Consumo de materia seca de yuca, kg.	1.43	1.95	1.91
Consumo de materia seca, kg.	2.43	2.95	2.91
Conversión de materia seca.	2.76	4.21	4.09

Peso inicial 35 kg.; peso final 96 kg.; suplemento del 40 % de proteína; número de animales 60 / tratamiento; yuca seca al sol.

FUENTE: Campabadal y Musmanni 1979.

Utilizando un 15% de yuca cruda de 9 variedades en raciones para cerdos Alba (1951), obtuvo buenos resultados; sin embargo, al utilizar una proporción del 20% disminuyó la ganancia diaria de peso y desmejoró la conversión alimenticia.

Oyenuga (1955), dice que la yuca es ampliamente utilizada en la alimentación de cerdos, vacunos, ovinos, y caprinos y particularmente parece gustarle mucho a los cerdos. Sugiere que las raíces puedan suministrarse tanto crudas como cocidas, pero se deben combinar con otras materias primas tales como: sorgo, maíz, harina de sangre, sales minerales, para mejorar su valor nutritivo.

Una excelente alternativa en la alimentación porcina, es la utilización de productos energéticos altos en humedad (banano, yuca, malanga, camote, frutas). El valor nutritivo de estos productos y su efecto sobre los rendimientos es de un 70 a 90 % de la utilización de granos y subproductos, dependiendo del producto, de la forma de utilizarlos y sobre todo de la composición nutritiva y porcentual del suplemento de proteína que se use para complementar el faltante de nutrientes que tenga el producto (Campabadal et al., 1985 ; Campabadal et al., 1986; Campabadal, 1988).

Los niveles óptimos de utilización de la yuca en la alimentación de cerdos en Centroamérica para la etapa de desarrollo y engorde es de cinco a seis kg respectivamente (Campabadal, 1988).

En un ensayo utilizando la yuca en un 50% para reemplazar cantidades similares de sorgo, maíz, mill-run y puntilla de arroz, Nelson y Cruz (1970), encontraron que el ritmo de crecimiento de los cerdos que consumieron la ración con yuca fue bajo debido a que la cantidad de proteína fue baja para los cerdos utilizados. Sin embargo, la eficiencia de conversión fue similar entre las raciones de maíz, sorgo, y yuca (3.88, 3.98 y 4.09, respectivamente). No obstante el costo por libra de aumento de peso fue más alto para los cerdos alimentados con yuca en el tiempo que se realizó el ensayo.

Montaldo (1985), al hacer comparaciones entre la yuca y el maíz, encontró que la yuca tenía un valor de sustitución del 95% sobre el maíz en relación al índice de conversión.

#### **2.2.4. Rendimiento de la canal.**

Thompson (1946), informó que a pesar de que el maíz es el alimento más común de los cerdos criados para consumo local, los cerdos alimentados con yuca son de superior calidad y presentan una grasa más firme y una distribución uniforme del tejido muscular. En un estudio comparativo entre yuca y maíz, Peixoto (1965), concluyó que los animales alimentados con harina de yuca adquirieron un peso de matadero más lentamente (aproximadamente un 30% más bajo), pero esto permitió la obtención carne y más grasa de consistencia firme y con rendimientos más elevados (3.8%).

#### **2.2.5. Formas de utilización de la yuca.**

Montaldo (1985), señala que la yuca para la alimentación animal puede emplearse bajo las siguientes formas: yuca cruda (raíces), harina integral de raíz de yuca y heno de hojas de yuca.

Mondoñedo demostró, para 1927, que la yuca fresca, pelada y cocida, es un sustituto parcial del maíz. El autor estima que tres partes de yuca descortezada (equivalente a dos partes de yuca entera) tienen aproximadamente el mismo valor nutritivo que una parte de maíz.

Estudios indican que la producción de cerdos compite con los productos utilizados en la dieta humana especialmente granos de cereales. Por lo tanto una forma de aumentar la producción de cerdos en las zonas tropicales, sería la intensificación del uso de productos agrícolas relativamente abundantes como es la yuca, sea en forma fresca o como subproducto (harina) (Maner, 1972).

#### **2.2.6. La yuca como alimento económico.**

Oyenuga y Opeke (1957), son de la opinión de que la yuca es el alimento disponible más económico para la alimentación animal. Indicaron que la yuca hace la producción porcina, más halagadora en un país donde se nota la deficiencia en proteína animal.

Una forma de reducir los altos costos de los alimentos balanceados es la utilización de alimentos energéticos altos en humedad (banano, yuca, camote, malanga y frutas) en aquellas zonas en que existe disponibilidad de estos ingredientes (Campabadal y Ledesma 1984; Castillo, 1984; Salas, 1984).

El uso de banano, yuca, camote, u otra fuente energética está determinada por el precio y la disponibilidad en la zona. En general es más factible la utilización del banano de deshecho, ya que no compite con el consumo humano, como es el caso de la yuca y el camote. En el caso de usar yuca, es mejor que sea secada al sol para evitar toxicidad con el ácido cianhídrico. Para que estos productos sean utilizados eficientemente, es necesario comenzar a suministrarlos en animales con pesos de 30 kg., ya que con pesos inferiores su utilización es poco eficiente (Campabadal, 1992; Campabadal, 1993).

### **2.2.7. Resultados en ganancias de peso y conversión.**

Shimada (1970), utilizó 22, 44, y 66% de yuca secada al sol para reemplazar al maíz. Sus resultados comprobaron que el nivel de 66% de yuca en la ración causó reducción en las ganancias de peso y eficiencia de conversión de los cerdos.

Debido al potencial que tiene la yuca como alimento para animales, se recolectó información experimental más detallada sobre su posible utilización en porcinos. La evidencia experimental obtenida sobre el uso de harina de yuca en programas de alimentación, durante el ciclo de vida porcino, indicó que se obtiene un comportamiento reproductivo ligeramente inferior con las dietas basadas en esa harina, en comparación con la dieta testigo (CIAT, 1977). Se sugirió que la falta de metionina suplementaria podría ser uno de los factores responsables de ese resultado.

## **2.3. SEMOLINA DE ARROZ**

### **2.3.1. Concepto**

La semolina es un producto derivado de la fricción del grano de arroz, al ser beneficiado en las máquinas desecadoras. Está formado principalmente por la película externa o pericardio, localizada entre la cáscara y el endosperma y representa todos los pulimentos que se eliminan del grano después que a este se le haya quitado la cáscara externa, y hasta que el grano esté listo para el mercado (Araya y Padilla, 1984).

### **2.3.2. Utilización de la semolina en la alimentación porcina.**

De los subproductos de la molienda del arroz el más utilizado en la alimentación porcina es la semolina, puliduras, harinilla o pulido de arroz. Numerosas investigaciones se han realizado sobre la utilización de éste producto en la alimentación porcina (Campabadal, 1974; Campabadal y Musmanni, 1979 y Campabadal *et al.*, 1986). En todos estos trabajos se encontró que las puliduras o semolina de arroz puede utilizarse en niveles que fluctúan del 10% al 20% en cerdos de mercado y reproductoras, dependiendo de su calidad, precio,

etapa de vida y peso del animal.

Morrison (1956) y Cunha (1968), señalan que utilizando 30% de puliduras de arroz en las dietas se obtienen mejores eficiencias alimenticias y que dichas eficiencias decrecen a medida que se eleva el nivel de sustitución. Vogt, (1966) obtuvo resultados favorables con niveles superiores.

Las experiencias con cerdos jóvenes menores de 30 kg de peso señalan que las puliduras de arroz tienen un efecto laxante cuando se suministran en grandes cantidades (Bray, 1943 ; Cunha, 1968 ; Morrison, 1956).

### **2.3.3. Factores antinutricionales.**

Las puliduras o semolina de arroz pueden considerarse como una buena fuente de alimentación, aunque presentan limitaciones nutricionales como son niveles altos en fibra (8 a 15%), grasas oxidadas (10 a 15%) y problemas serios de adulteración con cascarilla de arroz y carbonatos de calcio que causan problemas de irritación y ulceración del tracto digestivo y un problema de paraqueratosis cuando no se conoce el nivel de calcio adulterado. El problema de adulteración con cascarilla de arroz también causa una disminución lineal ( $P < 0.05$ ) en la digestibilidad de la materia seca y proteína cruda (Campabadal, 1992). Por otro lado, las puliduras o semolina contiene niveles superiores de lisina y metionina 0.50% y 0.30% respectivamente que el maíz y el sorgo y un nivel alto de ácido linoléico (5%).

### **2.3.4. Calidad de la proteína y energía.**

Estudios, indican que la calidad de la proteína contenida en las puliduras de arroz es mejor que la de la mayoría de los cereales (Liman y Kuiken, 1956). Sin embargo, cuando se utilizan como fuente de calorías para cerdos las puliduras tienen un valor nutritivo ligeramente inferior al maíz (Bray, 1943).

## **2.4. SUERO**

### **2.4.1. Concepto.**

Al formarse el coágulo durante la fabricación del queso, resulta como residuo un líquido amarillo verdoso que contiene casi la totalidad de los demás componentes de la leche, al que se denomina genéricamente con el nombre de suero de leche; el que se obtiene partiendo de la leche entera, para la elaboración de los quesos grasos, contiene del 0.3 al 0.6% de grasa (Owen, 1978).

### **2.4.2. Composición química.**

El suero fresco contiene de 5.5 a 8.5% de sólidos totales, aproximadamente 1.0% de proteína, 0.49% de cenizas y 3.96% de lactosa, el principal hidrato de carbono, (Araya y Padilla, 1984).

### **2.4.3. Limitantes en el uso del suero en la alimentación porcina.**

El suero de leche es un subproducto de la fabricación de queso que puede ser utilizado en la alimentación de cerdos, sin embargo, la mucha humedad (94% aproximadamente) y la cantidad de lactosa imponen el uso fresco para las raciones de los cerdos. Además la escasa concentración de sólidos totales del suero limita su empleo como fuente de energía. La riqueza en lactosa reduce la utilidad para cerdos adultos (Araya y Padilla, 1984).

### **2.4.4. Utilización del suero en la alimentación porcina.**

Los animales de engorde pueden consumir de 20 a 30 ó mas litros de suero produciendo carne de magnífica calidad. No está por demás recordar que todos los productos derivados de la leche deben darse frescos para evitar la transmisión de enfermedades a los porcinos (Flores y Agraz, 1981).

Cuando los cerdos se alimentan con residuos de lecherías, hay animales que llegan a consumir hasta 40 litros de suero y baja por lo tanto, el consumo de agua (Flores y Agraz, 1981).

El suero de leche es aceptado satisfactoriamente por cerdos recién destetados. A cerdos con pesos de 5 a 10 kg. se les suministró suero sustituyendo el concentrado, encontrando que los mejores incrementos de peso se obtuvieron con el suministro de suero más concentrado, aún cuando no fue significativo. Al incluir suero en la dieta se puede disminuir el concentrado en la misma Corona (1990).

#### **2.4.5. Fuente de proteína.**

La leche descremada, el suero de queso y la mezcla de subproductos lácteos son una excelente fuente de proteína para la alimentación de cerdos de 5 a 10 kg. de peso. El uso de estas fuentes en algunos países es prohibitivo por su precio, sin embargo, la utilización de reemplazadores o sustitutos de leche, pueden producir excelentes rendimientos tanto biológicos como económicos en la alimentación de lechones. Mora (1984), Campabadal y Moya (1988), compararon el valor nutritivo de un grupo de reemplazadores de leche de diferentes composición y solubilidad y encontraron mejoras en promedio de 20.3 , 19.6 , y 12.5 en la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, respectivamente (Asociación Americana de Soya, 1988).

### **2.5. MAÍZ (*Zea mais*).**

#### **2.5.1. Composición química.**

La composición nutricional del maíz es 8.5 a 9.5% de proteína, 0.20% de lisina, 0.05% de calcio, 0.10% de fósforo aprovechable y 3.5 Mcal/kg. de energía digestible (Feedstuffs, 1988).

El maíz ocupa el primer lugar entre los granos que se dan a los cerdos. Es muy rico en

almidones y grasas y deficiente en proteínas y minerales, especialmente en calcio, del que sólo contiene 0.05% y también contiene menos fósforo que otros granos (Morrison, 1951).

El maíz supera a todos los demás granos en principios nutritivos digestibles totales y energía neta (Cunha, 1968). Su valor nutritivo se utiliza como patrón para comparar a los otros cereales (Jull, 1963).

### **2.5.2. El maíz como alimento para cerdos.**

Los granos o cereales son las principales fuentes de energía utilizadas en la alimentación porcina.

El maíz ha sido tradicionalmente utilizado como fuente energética en la alimentación de cerdos en Latinoamérica; su valor nutritivo ha sido estudiado en numerosas investigaciones, contiene un valor nutritivo superior al sorgo. El maíz no presenta restricciones nutricionales en su composición que limiten el nivel de inclusión en las dietas para cerdos y se constituye como la principal fuente energética para la alimentación porcina (Osuna, 1989).

### **2.5.3. Factores antinutricionales.**

Existen dos limitaciones que pueden afectar la utilización eficiente del maíz en la alimentación de cerdos:

#### ***Contenido de micotoxinas***

La forma de cosecharse y su almacenamiento hacen al maíz una de las fuentes más afectadas por el desarrollo de hongos y la producción de micotoxinas (Osuna, 1989). Su control depende de sistemas adecuados de cosechas y de almacenamiento. Además, existen aditivos no nutricionales como son los inhibidores de hongos y los aluminosilicatos o secuestradores de toxinas que pueden ayudar a solucionar en parte este problema

(Campabadal, 1993).

#### ***Grado de molienda.***

Es un factor común que afecta la utilización del maíz, por su afecto negativo sobre la digestibilidad de nutrientes.

Numerosos estudios han demostrado que reduciendo el tamaño de partícula de los granos mejora su valor nutritivo, mediante un aumento de la digestibilidad de la materia seca, proteína cruda y energía (Campabadal, 1993).

El maíz, después del sorgo, es el alimento energético de mayor empleo en la formulación de las raciones destinadas a la alimentación porcina. Es considerado como el mejor grano a utilizar en las etapas de desarrollo y engorde siempre y cuando se proporcione en forma limitada para evitar un engrase excesivo de los animales (Ledezma, 1979).

Otras limitantes para la utilización del maíz en la alimentación de cerdos, es su competencia con la alimentación humana y su deficiencia en lisina y triptófano; 0.25% y 0.10% respectivamente (Noland, s.f.).

#### **2.5.4. Calidad de la proteína.**

Las proteínas del maíz son de calidad inferior, porque son escasas en dos de los aminoácidos esenciales, el triptófano y la lisina (Cunha, 1968).

Existe además una notable variación en la riqueza de las proteínas en las distintas variedades del maíz (Jull, 1963).

#### **2.5.5. Fuente de carbohidrato.**

El maíz no constituye un alimento completo, por lo tanto no debe darse sólo. Suple el

68% de los hidratos de carbono y grasa que necesitan los cerdos, sólo provee la tercera parte de proteína y la quinta parte de los minerales esenciales requeridos. Dado sólo, el maíz produce demasiado desarrollo de cuerpo y poca formación de hueso, lo que trae como resultado un cerdo de esqueleto débil, donde no podrán acumularse las carnes y grasas que le corresponden de acuerdo a su ascendencia (Peoria, s.f.).

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Ubicación geográfica.**

El presente experimento se realizó en la Granja Experimental Porcina, (G.E.P.) ubicada en el km. 16 carretera vieja a Tipitapa, en la comunidad de Cofradía - Tipitapa, departamento de Masaya. Este trabajo tuvo una duración de 4 meses comprendidos desde el primero de junio al 29 de septiembre de 1995.

Esta granja se localiza a una altura de 57 msnm, entre las coordenadas 12° 06'' latitud norte y 86° 09'' longitud oeste, con una temperatura media anual de 28 °C y una humedad relativa de 62%. La precipitación anual es de 800 mm. distribuidas en dos épocas, una seca y una lluviosa (INETER, 1994).

#### **3.1.1. Descripción de la granja.**

El proyecto G.E.P. surgió a través de un convenio entre el Ministerio de Agricultura y Ganadería (M.A.G.) y la Misión Técnica Agropecuaria de la República de China, con el objetivo de producir pie de cría y cerdos de engorde, dicho proyecto posee una capacidad para explotar 250 vientres.

La granja cuenta con una superficie de 5 mz. divididas en las diferentes áreas:

- Planta procesadora de alimentos.
- Area de Gestantes
- Area de Lactancia
- Area de Crecimiento
- Area de Desarrollo
- Area de Engorde
- Area de Verracos
- Area de Pastoreo

Area de 1 mz. cubierta de pasto taiwán (*Pennisetum purpureum*) y camote (*Ipomoea batatas*).

### **3.1.2. Instalaciones y equipos.**

Las diferentes areas poseen corrales tradicionales con bebederos de taza, comederos lineales a excepción del área de lactancia y crecimiento que tienen piso de rejilla, comedero tubular y su respectivo calentador (área de lactancia). Cada corral tiene capacidad para 20 cerdos en engorde.

La granja cuenta con una bodega para la fabricación y almacenaje de los alimentos, una báscula con una capacidad de 1000 lbs. para el pesaje de los cerdos grandes, y una pesa de reloj para los cerdos pequeños.

### **3.1.3. Manejo.**

Al nacer, a los cerdos se les realiza el descolmillado, descole, cura de ombligo, muesca de orejas para su fácil identificación. Los corrales son lavados dos veces al día.

La alimentación se suministra dos veces al día; 8 a.m. y 4 p.m. Los cerdos que van a comercializarse se castran a los 15 días de nacido.

## **Categorías**

Los cerdos están agrupados en categorías de acuerdo a sus edades:

Lechones	(0-28 días)
Crecimiento	(29-59 días)
Desarrollo	(60-120 días)
Engorde	(121-180 días)
Reproductores	(mayor de 180 días)

## **Alimentación.**

La alimentación de los cerdos es racionada a base de concentrado elaborado en la planta procesadora de alimentos de la granja. El alimento se les suministra de acuerdo a la categoría, a saber:

- **Lechones:** se les suministra concentrado de pre-inicio a partir de los 15 días de nacido.
- **Crecimiento:** se les suministra concentrado iniciador.
- **Desarrollo:** se les suministra concentrado de desarrollo.
- **Engorde:** se les suministra concentrado de engorde.
- **Reproductores:** se les da concentrado de reproductor y como suplemento pasto taiwán y camote.

### **3.1.4. Sanidad.**

Los cerdos al nacer se les inyecta 1cc. de hierro para evitar la anemia, se les pone tratamiento antidiarréico, vacuna contra el cólera porcina, a los 21 días de nacido. Las cerdas gestantes se desparasitan externa e internamente efectuándose durante el periodo de descanso, cada dos partos es vacunada contra el cólera porcina.

A los verracos se les vacuna una vez al año y se desparasitan cada seis meses. La desinfección de los corrales se realiza cada ocho días.

### **3.1.5. Personal.**

La granja cuenta con dos médicos veterinarios, dos zootecnistas, un administrador y 11 trabajadores permanentes, quienes se encargan del manejo, alimentación y sanidad en general.

## **3.2. Metodología experimental.**

### **3.2.1. Selección de animales.**

Para el presente estudio se seleccionaron 15 hembra y 15 machos comerciales híbridos al azar, con un peso inicial de 11.86 kg para el T<sub>1</sub>, 11.90 kg para T<sub>2</sub> y 11.92 kg para el T<sub>3</sub>; con una diferencia de pesos  $\pm 0.2$  kg. y de una edad de 60 días.

Para la realización del experimento, se formaron tres grupos de 10 cerdos cada uno, cinco hembras y cinco machos por grupo. Los cerdos se mantuvieron estabulados en corrales de piso de concreto, bebederos de taza y comederos lineales. Durante el desarrollo del experimento a todos los cerdos se les dieron los mismos cuidados sanitarios y manejo al igual que todos los cerdos de la granja. La limpieza de los corrales se realizaba dos veces al día.

### **3.2.2. Tratamientos en estudio.**

Los tratamientos en estudio durante el experimento fueron los siguientes:

Tratamiento 1 (T<sub>1</sub>). Tratamiento testigo en base al concentrado elaborado en la granja, utilizando para la primera etapa alimento de desarrollo y para la segunda etapa un alimento de engorde (Cuadros 3 y 4).

Tratamiento 2 (T<sub>2</sub>). Constituido de base y suero para las dos etapas. La base estuvo

Tratamiento 3 (T<sub>3</sub>). Constituido por la misma base, suero y yuca. La yuca era picada y dejada en remojo de 12 a 24 horas antes de ser consumida (Cuadros 3, 4 y Anexo 4).

El concentrado, la base y la yuca fueron suministradas ad-libitum. El suministro de suero fue de forma restringida debido a su disponibilidad.

**CUADRO 3. Composición y valor nutritivo calculado del concentrado y la base utilizados en la etapa de desarrollo.**

INGREDIENTES	Concentrado	Base	Base
	T1 (%)	T2 (%) <sup>1</sup>	T3 (%) <sup>1</sup>
Maíz	56.47	24.65	17.29
Harina de soya	15.00		
Harina de carne y hueso	4.50		
Semolina de arroz	12.50	24.65	17.29
Salvado de trigo	5.50		
Cebo	3.00		
Sal	0.40	0.5	0.5
Prem. vit. y min.	0.275		
Lisina	0.075		
Fosfato dicálcico	0.15		
Aureo Sp-250	0.125		
Melaza	2.00		
Suero		50.70	31.58
Yuca			33.84
Total	100.00	100.00	100.00
Valor nutritivo calculado			
Energía metabolizable	3296	3025	2921
Proteína	17.5%	12.21%	9.25%
Calcio	1%	0.58%	0.48%
Fósforo	0.87%	0.92%	0.64%

Composición de la base.

**CUADRO 4. Composición y valor nutritivo calculado del concentrado y la base utilizados en la etapa de engorde.**

Ingredientes	Concentrado	Base	Base
	T1 (%)	T2 (%) <sup>1</sup>	T3 (%) <sup>1</sup>
Maíz	49.15	26.86	17.52
Harina de soya	9.00		
Harina de carne y hueso	5.00		
Semolina de arroz	20.00	26.86	17.52
Salvado de trigo	8.00		
Cebo	4.00		
Sal	0.5	0.5	0.5
Prem. vít. y min.	0.30		
Lisina	0.05		
Fosfato dicálcico	0.10		
Melaza	4.00		
Suero		46.28	35.56
Yuca			29.4
Total	100.00	100.00	100.00
Valor nutritivo calculado			
Energía metabolizable	3238	3019	2937
Proteína	16%	12.09%	9.67%
Calcio	0.97	0.58%	0.43%
Fósforo	0.81	0.93%	0.68%

Composición de la base.

### 3.2.3. Datos.

Al inicio del experimento se anotaron los pesos iniciales individuales de los cerdos, se llevaron registros quincenales de peso por cerdo. Se anotaron los consumos de alimento promedio por cada tratamiento.

Con los datos obtenidos se calcularon las variables:

- Consumo de alimento promedio por cerdo.
- Conversión alimenticia promedio por cerdo.
- Ganancia Media Diaria, (GMD)
- Costos totales de alimentos por cada tratamiento.

### 3.2.4. Variables.

Las variables en estudio fueron:

**Ganancia Media Diaria, (GMD):** La GMD se calculó dividiendo la diferencia de los pesos finales e iniciales por el periodo.

$$G. M. D. = \frac{P. F - P. I(Kg)}{F. F - F. I(días)}$$

Donde:

P.F. = Peso final

P.I. = Peso inicial

F.F. = Fecha final

F.I. = Fecha inicial

**Consumo de alimento:** es igual al alimento suministrado menos el alimento rechazado.

$$\text{Consumo de Alimento} = A.S. - A.R. (\text{kg.})$$

Donde:

A.S. = Alimento suministrado

A.R. = Alimento rechazado

**Conversión alimenticia:** es la cantidad de alimento que consume el animal sobre la ganancia de peso.

$$\text{Conv. alim} = \frac{\text{Cantidad de Alimento Consumido (kg)}}{\text{Ganancia de peso (kg.)}}$$

### **3.3. Análisis estadístico.**

Para el análisis de las variables en estudio, se utilizó un Diseño Completamente al Azar (Cochran y Cox, 1983). El diseño empleado utilizó 3 tratamientos con 10 observaciones cada uno.

El modelo estadístico empleado se describe a continuación:

$$Y_{ij} = M + T_i + E_{ij}$$

$Y_{ij}$  = observación correspondiente a la variable en estudio (GMD y ganancia total)

$M$  = media general.

$T_i$  = efecto fijo del  $i$ -ésimo tratamiento.

$E_{ij}$  = error experimental.

La separación de medias para cada variable se realizó mediante el procedimiento de la prueba de Duncan.

Se utilizó este mismo modelo para el análisis del peso inicial como covariable y medir el efecto de este sobre la ganancia y el peso final.

### **3.4. Análisis económico.**

Con el fin de establecer y comparar, los costos por alimento y el beneficio económico de los tratamientos evaluados en este experimento, se realizó un análisis de presupuestos parciales con la metodología sugerida por Pérez (1993).

Los presupuestos parciales para cada tratamiento, se basó en el total de los costos debidos al alimento.

En general, en los presupuestos parciales se consideran cuatro partidas básicas que se clasifican como sigue:

#### ***Nuevas entradas.***

- a) Costos reducidos (del rubro que se piensa sustituir).  
Alimento consumido (qq)/Trat. x C\$ Precio del quintal.
- b) Nuevos ingresos (del rubro que se piensa introducir).  
Ganancia de peso (kg.) x C\$ kg./Trat.

#### ***Nuevas salidas.***

- c) Nuevos costos (del rubro que se piensa introducir).  
Alimento consumido (qq)/Trat. x C\$ Precio del quintal.
- d) Ingresos reducidos (del rubro que se piensa sustituir).  
Ganancia de peso (kg.) x C\$ kg./Trat.

La diferencia entre las nuevas entradas (a+b) y las nuevas salidas (c+d), indica si el cambio produce utilidades. Consecuentemente, si éste fuera negativo o muy pequeño el cambio no se justifica.

La utilidad se calculó de la siguiente forma:

$$U = (a+b) - (c+d)$$

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Después de haber aplicado los diferentes tratamientos se obtuvieron los siguientes resultados analizados en dos etapas: Etapa de desarrollo que abarcó de los 60 a 120 días y la etapa de engorde que abarcó de los 121 a 180 días; cada etapa se dividió en 4 períodos de 15 días cada uno.

### 4.1. Etapa de desarrollo.

#### 4.1.1. Consumo de alimento.

En el presente estudio los resultados obtenidos en el consumo promedio total de alimento en base fresca fueron de: 63.48, 189.57 y 218.45 kg. para los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, respectivamente (Cuadro 5 y Gráfico 1).

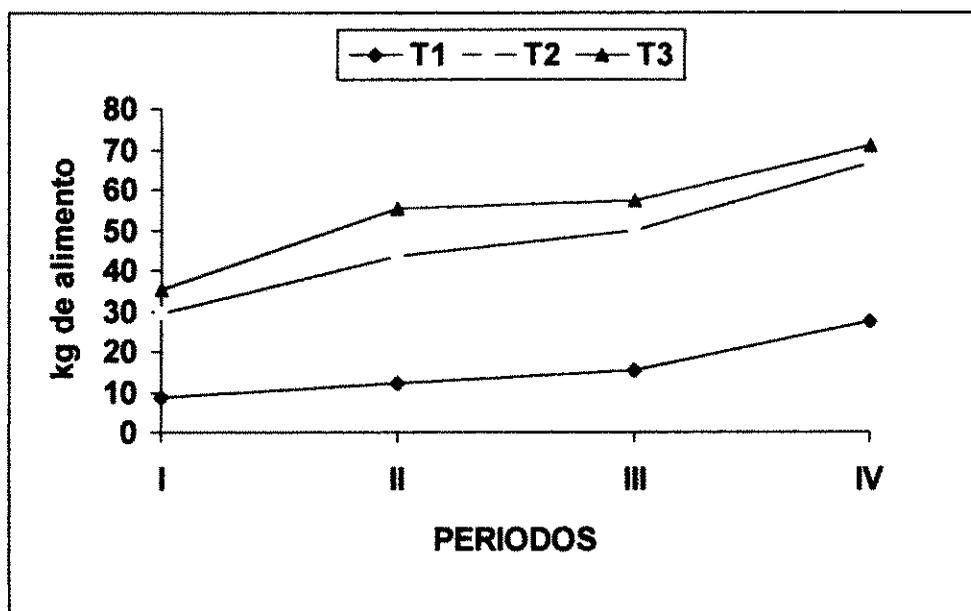


Gráfico 1. Consumo de alimento promedio por cerdo de los tratamientos en los diferentes períodos durante la etapa de desarrollo.

El consumo realizado por los cerdos del tratamiento T<sub>1</sub> (concentrado comercial) fue de 63.48 kg. teniendo un consumo promedio/día/cerdo de 1.05 kg., encontrando que este

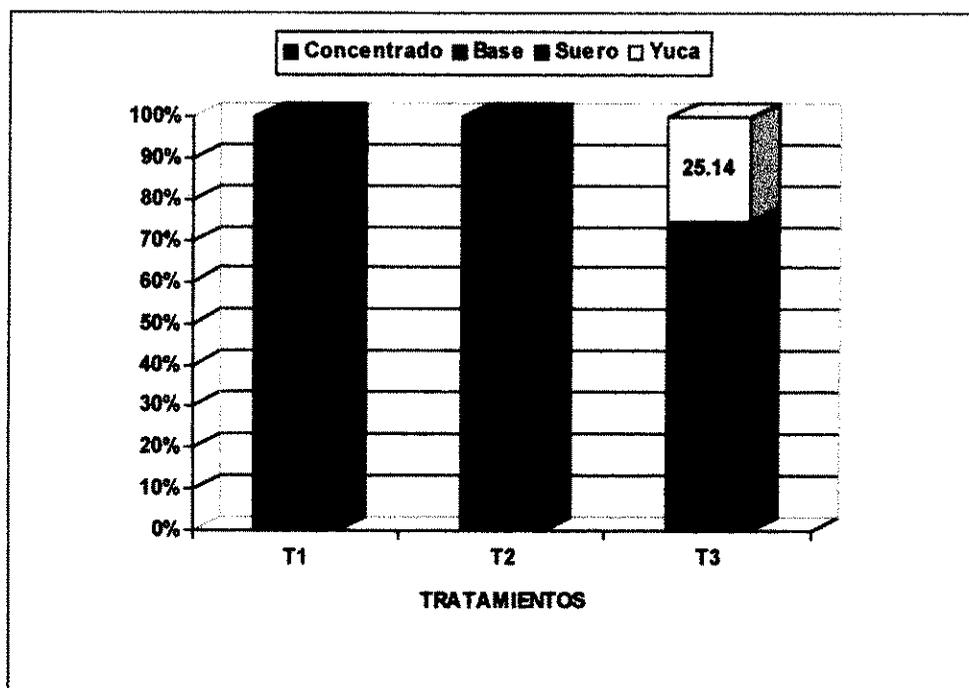
valor fue menor que lo reportado por Ensminger (1978), quien recomienda un consumo de 1.7 kg de alimento, para cerdos de 20 a 35 kg de peso vivo; éste bajo consumo en el tratamiento se debió a que la ración no satisfacía los requerimientos del animal.

El consumo total de alimento en el tratamiento  $T_2$  fue de 189.57 kg de este valor 87% corresponde al consumo de suero y 13% a base (Gráfico 2). Se puede notar que el suero disminuyó el consumo de base. El consumo de suero resultó ser mayor por la preferencia de los cerdos hacia éste, lo cual pudo obedecer a la mayor palatabilidad con respecto a la base y por su alto contenido de agua.

El consumo promedio de suero/día/cerdo en este tratamiento fue de 2.73 kg. para los animales con pesos vivos de 12 a 22 kg. Resultados obtenidos por Mora (1988) y Campabadal y Moya (1988), quienes suministraron suero a lechones de inicio de 5 a 15 kg. de peso vivo, obtuvieron un consumo de suero de 1.95 kg./día/cerdo. El consumo de suero de 2.73 kg. para esta etapa es aceptable considerando que en la etapa de desarrollo consumen mayor cantidad de alimento que los cerdos en la etapa de inicio, debido a que poseen una mayor capacidad en el tracto digestivo a esa edad.

En el tratamiento  $T_3$  el consumo total de alimento fue de 218.45 kg., de éste consumo 11.48% correspondió a base, 63.48% a suero y 25.14% a yuca (Gráfico 2).

El consumo de suero/día/cerdo en el tratamiento  $T_3$  fue 2.30 kg., este valor es mayor que lo reportado por González (1986), donde el consumo fue de 1.88 kg., debido a que el alimento base más yuca es de baja concentración proteica.



**Gráfico 2. Tipo de alimento consumido por cerdo en la etapa de desarrollo.**

El consumo de yuca en este tratamiento fue de 1 kg., siendo menor que lo reportado por Buitrago (1990), que reporta consumos entre de 2 a 3 kg. de yuca, para cerdos menores de 50 kg. de peso vivo, suplementados además de una base proteica.

No se descarta que este bajo consumo de yuca pudo ser debido al contenido de humedad de la misma (62-68% de agua), que provoca una limitación del tracto digestivo y a la posibilidad de que el contenido de ácido cianhídrico de la yuca, aún siendo pequeño, pudo haber ejercido un efecto negativo sobre el consumo total de la misma (Buitrago, 1990).

En el Gráfico 2 se observa que el tratamiento T<sub>3</sub> presentó un mayor consumo de alimento con respecto al tratamiento T<sub>2</sub>, debido a que la yuca vino a sustituir parte de la cantidad de suero suministrado, por otra parte, la yuca por ser un alimento voluminoso puede llenar el tracto digestivo del animal sin que esto signifique que haya satisfecho sus necesidades y por otro lado obligue al animal a consumir mayor cantidad de alimento, en este caso, hizo mayor consumo de suero. Sin embargo, al utilizar la yuca como fuente

energética para la alimentación de cerdos, en el caso de la yuca fresca aún la concentración de energía resulta inferior a los requerimientos del animal, en las fases de desarrollo y engorde, debido a esta baja concentración de energía, el animal tendría que consumir grandes cantidades del producto para poder satisfacer sus requerimientos energéticos, lo que es una limitación para el cerdo por la característica anatómica que posee el tracto digestivo.

Estos bajos consumos de yuca en esta etapa de desarrollo quizás pudo deberse también a que los cerdos con pesos de 18 a 20 kg. se les puede suministrar yuca siempre y cuando sea suplementada con niveles adecuados de proteína y energía.

**CUADRO 5. Consumo promedio total de alimento por cerdo de los tres tratamientos en estudio en la etapa de desarrollo (en base fresca).**

Tratamientos	Alimento consumido (kg./cerdo)	Consumo total
T <sub>1</sub>	63.48	634.8
T <sub>2</sub>	189.57	1895.7
T <sub>3</sub>	218.45	2184.50

En base al cálculo del contenido de materia seca de los diferentes ingredientes utilizados, se calculó el consumo de materia seca en el periodo, obteniendo los siguientes consumos:

**CUADRO 6. Consumo de alimento en base a materia seca de los tratamientos en estudio.**

Tratamientos	Consumo promedio MS/animal/día ( kg. )					kg. de MS consumida por kg. de peso vivo
	Conce	Base	Suero	Yuca	Total	
T <sub>1</sub>	1.04	—	—	—	1.04	0.04
T <sub>2</sub>	—	0.42	0.43	—	0.85	0.05
T <sub>3</sub>	—	0.40	0.36	0.38	1.14	0.06

*Conce= Concentrado*

El consumo promedio total de materia seca para los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> fue de: 1.04, 0.85 y 1.14 kg., y un consumo por kg. de peso vivo de 0.04, 0.05 y 0.06 kg. respectivamente (Cuadro 6).

El consumo promedio de materia seca por animal por día obtenido fue diferente por tratamiento, y el mayor consumo lo presentaron los cerdos del tratamiento T<sub>3</sub> de 1.14 kg., debido principalmente al consumo de alimentos voluminosos (baja concentración de materia seca), por lo que el animal consumió mayor cantidad de alimentos para satisfacer sus requerimientos de nutrientes. Sin embargo, los consumos en base a materia seca por kg. de peso vivo de los tres tratamientos fueron casi iguales observando incremento de sólo una unidad; lo que indica que los cerdos regularon su consumo de nutrientes en base a la concentración de nutrientes de las raciones, mostrando el efecto que tiene el suministro de raciones voluminosas en la alimentación de cerdos.

#### 4.1.2. Ganancia Media Diaria (GMD).

Los resultados obtenidos para la variable Ganancia Media Diaria (GMD) en los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> fueron de: 384.33, 158.33 y 174.33 gramos respectivamente, encontrando en el análisis estadístico diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) del tratamiento T<sub>1</sub>, respecto a los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> (Cuadro 7 y Gráfico 3). La covariable sexo, no tuvo efecto significativo ( $P \leq 0.05$ ) sobre la Ganancia Media Diaria, debido a que todos los cerdos eran híbridos de la misma línea.

Comparando los resultados con lo establecido por el NRC (1985), que consideran que los cerdos en la etapa de desarrollo deben alcanzar una GMD a los 120 días de 600 gramos, resulta ser superior con respecto a los 384.33 gramos/día en los cerdos del tratamiento T<sub>1</sub> esto pudo deberse por la falta frecuente de agua y a un posible desequilibrio de nutrientes de la ración.

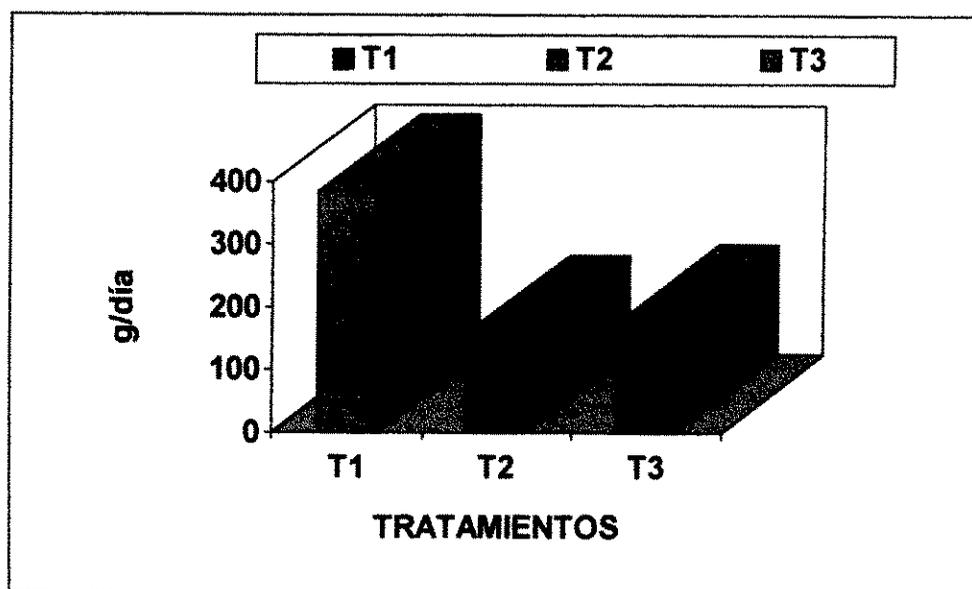


Gráfico 3. Representación de la Ganancia Media Diaria (GMD) g/día de los tratamientos en la etapa de desarrollo.

El comportamiento de la ganancia media diaria o velocidad de crecimiento en los tratamientos  $T_2$  y  $T_3$  es similar presentando un descenso en el segundo periodo y aumentando en los siguientes (Cuadro 7). Este descenso pudo deberse a la calidad del suero y disponibilidad del mismo, sin embargo, en el tratamiento  $T_1$ , la ganancia media diaria va en aumento en los diferentes períodos.

Comparando las ganancias medias diarias en los tres tratamientos (Anexo 9), donde se observan diferencias en ganancias de peso del tratamiento  $T_1$  con respecto a los tratamientos  $T_2$  y  $T_3$ . Estas diferencias a pesar que la base aportó una concentración media de nutrientes (Cuadro 2) no se obtuvieron ganancias de peso satisfactorios, lo cual pudo deberse al bajo contenido de nutrientes en las raciones de los tratamientos  $T_2$  y  $T_3$ .

Al utilizar raciones con niveles apreciables de yuca, ésta debe ser suplementada con fuentes que provean aminoácidos de alto valor biológico, ya que la yuca contiene bajos niveles de metionina, cistina y triptófano, los cuales ayudarían a equilibrar la deficiencia en la ración, obteniendo rendimientos satisfactorios en los cerdos.

**CUADRO 7. Comportamiento de la variable GMD (g/día) en los diferentes períodos de la etapa de desarrollo**

Tratamientos	Promedios
T <sub>1</sub>	384.33 <sup>a</sup>
T <sub>2</sub>	158.33 <sup>b</sup>
T <sub>3</sub>	174.33 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> letras diferentes son significativas.

#### 4.1.3. Conversión alimenticia.

Los resultados presentados en conversión alimenticia promedio, en esta etapa para los diferentes tratamientos fueron: 2.75, 19.95 y 20.88 para T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> respectivamente (Cuadro 8).

La conversión alimenticia para el tratamiento T<sub>1</sub> fue de 2.75, siendo aceptable para cerdos de 12 a 35 kg. de peso vivo, comparado con los 2.5 sugeridos por NRC (1985), para cerdos de esta categoría.

La tendencia de la conversión alimenticia durante los 4 períodos en el tratamiento T<sub>1</sub> se observa en el Cuadro 8, empeorando en el tercer período a 3.12, esto pudo ser ocasionado por falta de agua, en éste periodo, mejorando la conversión a 2.63 en el último periodo de la etapa.

Para los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> la conversión alimenticia promedio fue de 19.95 y 20.88 respectivamente para cerdos con 20 a 35 kg. de peso vivo, estos valores son peores comparados con los 2.75 del tratamiento T<sub>1</sub>.

Estas conversiones de los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> fueron altas debido a que parte de los alimentos que consumieron fueron voluminosos (suero y yuca), donde el alto contenido de agua afectó directamente el factor de conversión, y el animal tuvo que consumir mayor cantidad de alimento y satisfacer sus necesidades de nutrientes, para mantenerse y luego ganar peso.

La tendencia de ir empeorando el índice de conversión alimenticia en los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> se debió también a que el aporte de nutrientes se mantuvo constante, mientras que el cerdo a medida que aumenta de peso hace un peor uso de los mismos, teniendo que consumir mayor cantidad de alimento por kg. de aumento de peso.

**CUADRO 8. Tendencia de la conversión alimenticia durante la etapa de desarrollo.**

Periodos	Conversión		
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
I	2.51	15.87	14.86
II	2.73	24.37	26.95
III	3.12	19.22	21.89
IV	2.63	20.34	19.84
Promedio.	2.75	19.95	20.88

## 4.2. ETAPA DE ENGORDE

### 4.2.1. Consumo de alimento.

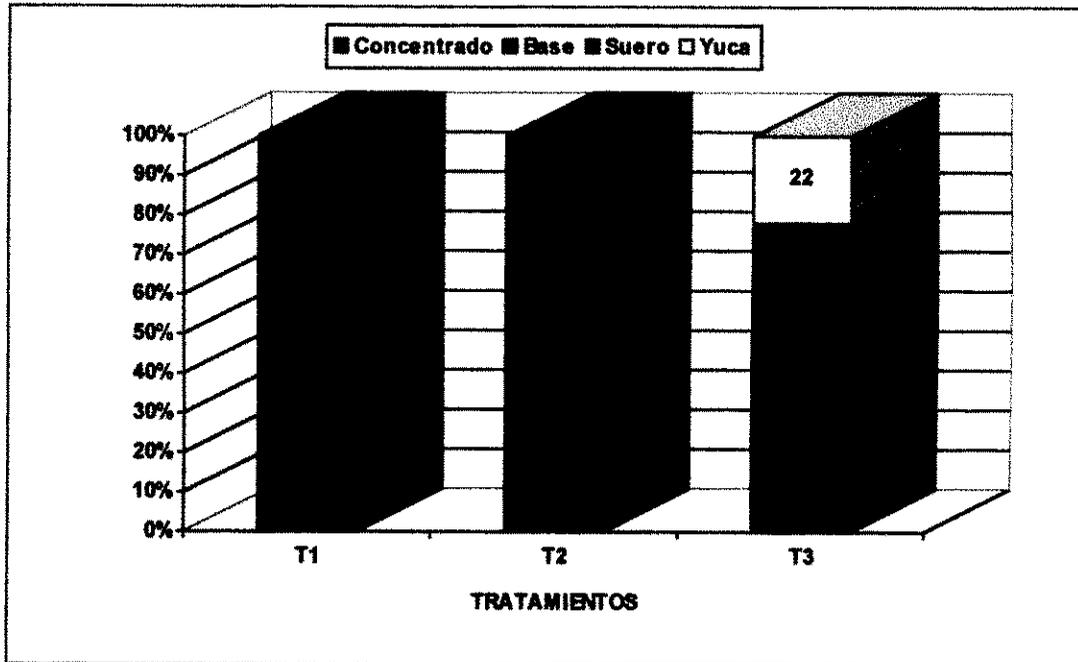


Gráfico 4. Tipo de alimento consumido por cerdo en la etapa de engorde.

El consumo de alimento promedio para los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, y T<sub>3</sub> en base fresca fue de: 164.98, 343.44, y 355.87 kg. respectivamente (Gráfico 4 y Cuadro 9).

El consumo de alimento promedio/día/cerdo que presentó el tratamiento T<sub>1</sub> fue de 2.75 kg., encontrando este valor menor que lo reportado por el NRC (1985), quienes consideran que los cerdos deben hacer un consumo de 3 kg. en la etapa de engorde.

El consumo total de alimento que obtuvo el tratamiento T<sub>2</sub> fue de 343.44 kg. correspondiendo un 16% a base y un 84% a suero (Gráfico 5); al igual que en la etapa de desarrollo, el consumo de suero resultó ser mayor por la preferencia de los cerdos hacia éste, lo cual pudo obedecer a la mayor palatabilidad con respecto a la base y por su alto contenido de agua.

El consumo de suero promedio/día/cerdo en los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> fue de 4.81 y

3.94 kg.; al comparar estos consumos con lo reportado por González (1986), quien suministró suero a voluntad a cerdos en engorde y obtuvo un consumo de 3.27 kg., esto nos indica que los cerdos de los tratamientos  $T_2$  y  $T_3$  incrementaron el consumo de suero cuando se les suministró un alimento seco.

En el tratamiento  $T_3$  el consumo total de alimento fue de 355.87 kg. del cual el 11% corresponde a base, 22% a yuca y 67% a suero (Gráfico 5), siendo el suero el de mayor consumo.

El consumo de yuca/día/cerdo para el tratamiento  $T_3$  fue de 1.3 kg. siendo aceptable éste consumo por lo reportado por Buitrago (1990), quien considera que los cerdos en la etapa de engorde deben consumir 1.5 kg. de yuca.

En el gráfico 4 se observa que de los tratamientos  $T_2$  y  $T_3$  el mayor consumo lo presentó el tratamiento  $T_3$  debido a que la yuca al igual que en la etapa de desarrollo vino a sustituir parte de la cantidad de suero suministrado, lo que indica que aunque el cerdo consuma mayor cantidad de alimento no significa que la yuca haya satisfecho sus necesidades.

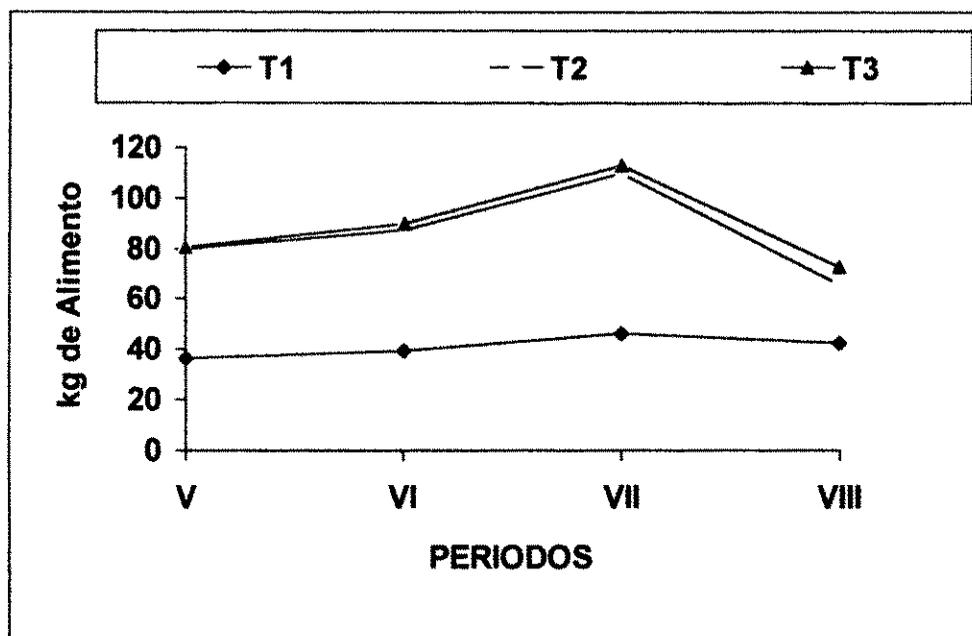


Gráfico 5. Consumo de alimento promedio por cerdo de los tratamientos en los diferentes periodos durante la etapa de engorde.

**CUADRO 9. Consumo promedio total de alimento por cerdo de los tres tratamientos en estudio, en base fresca, en la etapa de engorde.**

Tratamientos	Alimento consumido (kg./cerdo)	Consumo total
T <sub>1</sub>	164.98	1649.79
T <sub>2</sub>	343.44	3433.40
T <sub>3</sub>	355.87	3558.69

Se calculó el consumo de materia seca en base al contenido de la misma obteniendo los siguientes resultados:

**CUADRO 10. Consumo de alimento en base a materia seca de los tratamientos en estudio en la etapa de engorde.**

Tratamientos	Consumo promedio kg. MS/animal/día ( kg. )					kg. de MS consumida por kg. de peso vivo
	Concentrado	Base	Suero	Yuca	Total	
T <sub>1</sub>	2.70	---	---	---	2.70	0.04
T <sub>2</sub>	---	0.90	0.76	---	1.66	0.05
T <sub>3</sub>	---	0.64	0.64	0.52	1.80	0.05

Los consumos promedio totales en base a materia seca en los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> fue de 2.70, 1.66 y 1.80 y un consumo de materia seca por kg. de peso vivo de 0.04, 0.05 y 0.05 respectivamente (Cuadro 10).

En ésta etapa, el mayor consumo de materia seca lo realizaron los cerdos del tratamiento T<sub>1</sub> con 2.70 kg., teniendo un menor consumo por kg. de peso vivo (0.04 kg.), lo que indica que éstos cerdos tuvieron mayores ganancias de peso debido a que el aporte de nutrientes del concentrado satisfacía los requerimientos del animal. En cambio los consumos de materia seca en los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> fue de 1.66 y 1.80 kg., teniendo un consumo de materia seca por kg. de peso vivo de 0.05, lo que significa que los cerdos al igual que en la etapa de desarrollo regularon su consumo de nutrientes en base al contenido en materia seca del alimento mostrando el efecto que tiene el suministro de raciones voluminosas en la alimentación de cerdos.

#### 4.2.2. Ganancia media diaria.

Los resultados presentados para la variable GMD en los tratamientos  $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$  fueron de: 882.03, 398.65 y 328.80 gramos respectivamente, encontrando en el análisis estadístico diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) del tratamiento  $T_1$  respecto a los tratamientos  $T_2$  y  $T_3$  (Cuadro 11 y Gráfico 6).

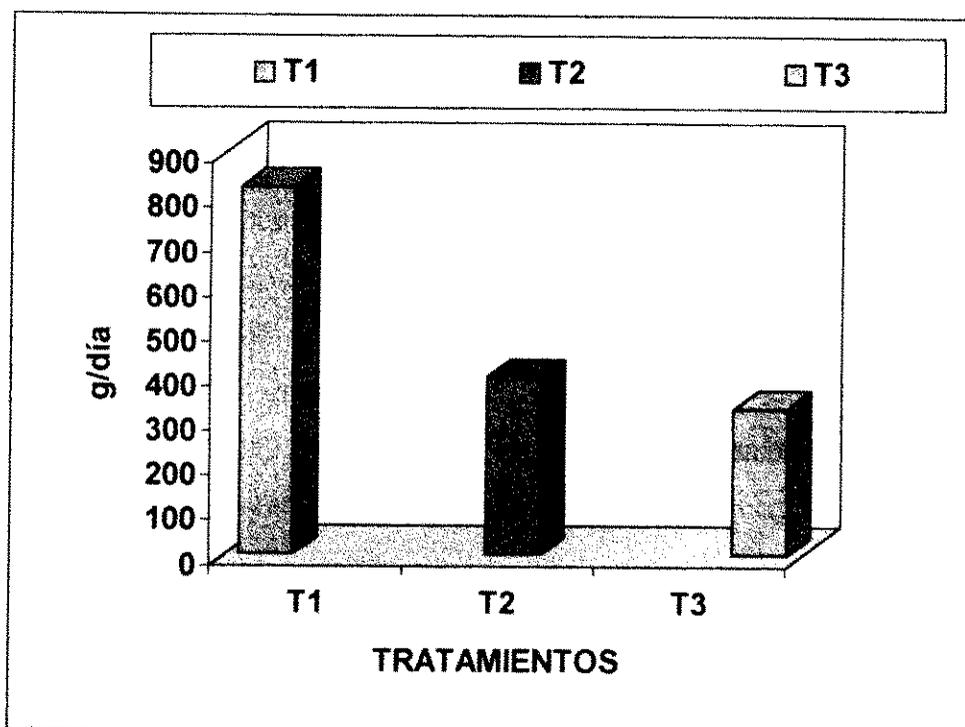


Gráfico 6. Representación de la Ganancia Media Diaria (GMD) g/día de los tratamientos en la etapa de engorde.

En el tratamiento  $T_1$  se obtuvo una GMD promedio de 822.03 gramos al comparar éste resultado con lo establecido por el NRC (1985), quienes recomiendan que los cerdos en esta etapa deben alcanzar una GMD de 900 gramos, para cerdos de 60 a 100 kg. de peso vivo, encontrando esta ganancia de 822.03 aceptable.

El comportamiento de la ganancia media diaria o velocidad de crecimiento en los cerdos del tratamiento T<sub>1</sub> en los diferentes periodos muestra altibajos, esto pudo ser debido a la variación en la calidad de los insumos utilizados para la elaboración de concentrado.

La tendencia que presentó la variable GMD para los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> va en aumento observando en el Cuadro 11 que el tratamiento T<sub>2</sub> durante esta etapa superó al tratamiento T<sub>3</sub> (en el octavo periodo), este comportamiento pudo ser debido a que el aporte de nutrientes en el tratamiento T<sub>2</sub> es mejor, obteniendo mayores ganancias de peso que el tratamiento T<sub>3</sub>.

Comparando los resultados en ganancia media diaria (Anexo 10) del tratamiento T<sub>1</sub> se observan diferencias significativas con respecto a los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> debido a que los cerdos del tratamiento T<sub>1</sub> tuvieron una alimentación a base de concentrado, satisfaciendo sus necesidades nutricionales por el aporte de nutrientes de la ración (Cuadro 3), en cambio, de los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> a pesar del aporte medio de nutrientes las mayores ganancias de peso la obtuvieron los cerdos del T<sub>2</sub> (base + suero) que los cerdos del T<sub>3</sub> (base + suero + yuca).

La yuca en la alimentación de cerdos cuando se suministró junto con el suero y base, empeora los índices productivos, aunque hay indicios de que la misma da buenos resultados en la etapa de engorde, cuando se suministró una base alta en proteína, por lo que suponemos que en este ensayo se vio afectado los resultados por una deficiencia en el aporte de proteína en la base.

**CUADRO 11. Comportamiento de la variable GMD (g/día) en los diferentes períodos de la etapa de engorde.**

Tratamientos	Promedios
T <sub>1</sub>	822.03 <sup>a</sup>
T <sub>2</sub>	398.65 <sup>b</sup>
T <sub>3</sub>	328.80 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> letras diferentes son significativas.

Se analizó el efecto de la covariable peso inicial, sobre la GMD, no encontrando efectos significativos ( $P \leq 0.05$ ). Así mismo se analizó el efecto de la covariable sexo sobre la GMD, no encontrando efectos significativos (Anexo 8).

#### 4.2.3. Conversión alimenticia.

Los resultados obtenidos en conversión alimenticia promedio para esta etapa de los tres tratamientos fueron: 3.34, 14.36, 18.03 para los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, y T<sub>3</sub> respectivamente (Cuadro 12).

La conversión alimenticia promedio de los cerdos del tratamiento T<sub>1</sub> 3.34, es mejor al compararla con los resultados de el NRC (1985), quienes presentaron valores de 3.75 cuando trabajaron con cerdos de 60 a 100 kg. de peso vivo.

La tendencia de la conversión alimenticia en el tratamiento T<sub>1</sub>, va aumentando hasta 4.12 en el octavo período, esto pudo ser debido a la falta de agua y también a la calidad del alimento (Cuadro 12).

Comparando la conversión alimenticia promedio del tratamiento T<sub>1</sub> (3.34) con respecto a los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, que fueron de 14.36 y 18.03 respectivamente, son peores

debido al bajo aporte de nutrientes, donde los cerdos tuvieron que consumir gran cantidad de alimento voluminosos (suero y yuca), para satisfacer sus requerimientos nutricionales y lograr producir un kg. de peso vivo.

En ésta etapa, la conversión de los cerdos del tratamiento T<sub>3</sub> fue deficiente al compararla con el tratamiento T<sub>2</sub>, debido al mejor aporte de nutrientes que tenía la ración (maíz + semolina + suero).

**CUADRO 12. Comportamiento de la conversión alimenticia durante la etapa de engorde.**

Periodos	Conversión		
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
V	2.27	18.46	18.94
VI	3.60	13.76	18.31
VII	3.37	16.03	18.17
VIII	4.12	9.20	16.66
Promedio	3.34	14.36	18.03

### **4.3. Análisis económico**

El análisis económico de las etapas desarrollo y engorde, se realizó mediante la técnica de Presupuestos Parciales (Cuadro 13 y 14).

En este análisis los costos son únicamente por concepto de alimentación y corresponden a los meses en que se realizó el experimento.

En la etapa de desarrollo, las utilidades calculadas por cerdo fueron:

T<sub>1</sub> respecto T<sub>2</sub> C\$ (172.36)\*

T<sub>1</sub> respecto T<sub>3</sub> C\$ (226.57)

T<sub>2</sub> respecto T<sub>3</sub> C\$ (54.21)

\* Cifras entre paréntesis son utilidades negativas.

Estas utilidades fueron negativas debido a que el alimento utilizado no aportó los requerimientos nutricionales para satisfacer ganancias adecuadas, obteniendo ganancias de peso menores los cerdos del tratamiento T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, que los cerdos del tratamiento T<sub>1</sub>, quienes fueron alimentados con concentrado comercial.

Comparando los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, resultó menos económico utilizar el tratamiento T<sub>3</sub> debido a que los costos por alimento se elevaron por el alto consumo de yuca y por el precio de la misma; con el tratamiento T<sub>1</sub> (testigo), los rendimientos fueron mejores, pero los costos por alimento fueron altos y lo que se pretende es buscar nuevas alternativas de alimentación que abaraten los costos por alimento.

La alimentación con el tratamiento T<sub>2</sub> resultó ser más económica que con el tratamiento T<sub>3</sub>, ya que en esta etapa, producir un kg. de carne cuesta C\$ 5.00 (Anexo 3); mientras que en el tratamiento T<sub>3</sub>, producir un kg. de carne cuesta C\$ 11.92 lo cual no es beneficioso para el productor de cerdos.

cuesta C\$ 12.04 lo cual no es beneficioso para el productor de cerdos.

**CUADRO 13. Análisis de presupuestos parciales de los diferentes tratamientos para la etapa de desarrollo.**

Concepto	Comparación entre tratamientos		
	T1 Vs T2	T1 Vs T3	T2 Vs T3
<b>Nuevas Entradas</b>			
a) Costos Reducidos C\$	106.15	106.15	48.31
b) Nuevos Ingresos C\$	278.60	306.80	306.80
<b>Nuevas Salidas :</b>			
c) Nuevos Costos C\$	48.31	130.72	130.72
d) Ingresos Reducidos C\$	508.80	508.80	278.60
Utilidad: (a+b) - (c+d)	(172.36)	(226.57)	(54.21)

Cambio oficial del dólar: 1: 7.86 Córdobas.

En la etapa de engorde, las utilidades calculadas por cerdo fueron:

T<sub>1</sub> respecto T<sub>2</sub> C\$ 90.61

T<sub>1</sub> respecto T<sub>3</sub> C\$ (11.87)\*

T<sub>2</sub> respecto T<sub>3</sub> C\$ (102.48)

\* Cifras entre paréntesis son utilidades negativas.

El tratamiento T<sub>2</sub> presentó utilidades de C\$ 90.61 por cerdo, obteniendo mejores beneficios que al utilizar los tratamientos T<sub>1</sub> y T<sub>3</sub>, lo que indica que realizaron un mejor

aprovechamiento del alimento suministrado, logrando disminuir en un 69% los costos por alimento, en cambio, al utilizar el tratamiento T<sub>3</sub> se obtuvieron pesos similares al tratamiento T<sub>2</sub>, pero los costos por alimento disminuyeron en 52%, siendo mayor debido al alto consumo de yuca. El tratamiento T<sub>3</sub> puede ser una alternativa para la alimentación de cerdos con el inconveniente del precio de la yuca, el cual puede disminuir si en la finca o granja se produce.

Los costos por kg. de ganancia de peso en los diferentes tratamientos fueron de 6.52, 4.23 y 8.34, para el T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> respectivamente (Anexo 7), como se observa el menor costo lo obtuvo el tratamiento T<sub>2</sub> por lo que es más barato utilizar éste alimento en esta etapa.

**CUADRO 14. Análisis de presupuestos parciales de los diferentes tratamientos para la etapa de engorde.**

Concepto	Comparación entre tratamientos		
	T1 Vs T2	T1Vs T3	T2 Vs T3
<b>Nuevas Entradas :</b>			
Costos Reducidos C\$	312.17	312.17	96.76
Nuevos Ingresos C\$	526.20	477.51	477.51
<b>Nuevas Salidas :</b>			
Nuevos Costos C\$	96.76	150.55	150.55
Ingresos Reducidos C\$	651.00	651.00	526.00
Utilidad: (a+b) - (c+d)	90.61	(11.87)	(102.28)

## V. CONCLUSIONES

Después de evaluar los diferentes tratamientos en las etapas de desarrollo y engorde de cerdos, llegamos a las siguientes conclusiones:

1. Al suministrar concentrado se obtuvieron mejores ganancias de peso ( $P \leq 0.05$ ), que al suministrar base, suero y yuca en las dos etapas.
2. Los menores costos por alimento se obtuvieron con el tratamiento base + suero en las dos etapas.
3. En la etapa de engorde se obtuvieron utilidades con el alimento base + suero.
4. El sexo no influenció el consumo de alimento y los incrementos de peso diarios en ambas etapas.
5. El suero de leche suministrados a cerdos en desarrollo y engorde no alteró el estado general de salud.

## VI. RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones del presente estudio, se hacen las siguientes recomendaciones:

1. No utilizar yuca y suero en la etapa de desarrollo, cuando se suplementa con una base pobre en proteína.
2. Realizar estudios en la etapa de engorde, utilizando yuca fresca suplementada con una base de alto contenido proteico, sin uso de suero.
3. Utilizar la yuca en sus diferentes formas de procesamiento: ensilaje, harina de yuca, follaje, yuca deshidratada (pellets), como suplemento a una base con alto contenido proteico y que sirva como alternativa en la alimentación de cerdos en sus diferentes fases de producción.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- ALBA, J. DE 1985. Ensayos de engorde de cerdos con raciones a base de maíz, yuca y banano. IN: La yuca o mandioca. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, C.R. 386 p.
- ARAYA, J.; PADILLA, M. 1984. Producción porcina. UNIVEN. C.R. p. 110; 116-118; 126.
- ARMAS, H. 1958. Cría del Cerdo: Recomendaciones para explotación en Venezuela. 2 ed. Caracas, Ven.
- ASOCIACION AMERICANA DE SOYA. A.N. 1988. (Méx.) Las micotoxinas un serio problema en la avicultura centroamericana. no. 122.
- BEESON, W.E. 1959. Nutrient Requeriments of Swine.
- BLANDINO, R. 1994. Nutrición y alimentación del cerdo. Facultad de Ciencia Animal. UNA. Mimeografiado. Managua, Nic. 63 p.
- \_\_\_\_\_. 1995. Situación actual de la ganadería de Nicaragua. Facultad de Ciencia Animal. U.N.A. Managua, Nicaragua. 13 p.
- BRAY, CH.I. 1943. Efecto de la sustitución progresiva de maíz con puliduras de arroz como alimento para cerdos. Méx. 9 p.
- BRUDN, G.H. DE 1973. Utilización de la yuca en la alimentación de cerdos. Asociación Americana de Soya. A.N. (C.R.) no. 46:1-3.
- BUITRAGO, A. 1990. La yuca en la alimentación animal. CIAT Cali, Col. 446 p.
- CAJINA, A. 1991. Situación actual de la ganadería en el sector de productores pequeños en Nicaragua; Reunión técnica para la identificación de proyectos de desarrollo ganadero a nivel de pequeños campesinos latinoamericanos. CATIE. Managua, Nicaragua. p: 113-124.

- CAMPABADAL, C ; LEDEZMA, R. 1984. Uso de la soya y el banano en la alimentación de cerdos; Seminario Internacional Porcino. Santo Domingo, R.D.
- \_\_\_, et al. 1985. La harina de yuca y yuca secada al sol en la alimentación de cerdas lactantes. San José, C.R. 20 p.
- \_\_\_ 1992. Efecto del tamaño de la partícula sobre la digestibilidad de nutrientes en el cerdo. IN: Materias primas utilizadas en la formulación de raciones para cerdos; fuentes de energía. Agrn. Cost. C.R. 17 p.
- \_\_\_ 1974. The feeding value of rice bran for baby pigs and growing finishing pigs. University of Florida. p. 7.
- \_\_\_ et al 1986. Evaluación de la semolina de arroz y el acemite de trigo como fuentes energéticos en la elaboración de un suplemento proteico para cerdos alimentados con banano. Agron. cost. C.R. 1(2):43-47.
- \_\_\_ 1993. Materias primas utilizadas en la formulación de raciones para cerdos. Asociación Americana de Soya. A.N. (Méx.) no. 121:1-17.
- \_\_\_ 1988. Mejoramiento de la eficiencia nutricional del cerdo; aspectos biológicos y económicos. Asociación Americana de Soya. A.N. (Méx.) no. 87.
- \_\_\_ ; MUSMANNI, M. 1979. Efecto de la sustitución progresiva de maíz con puliduras de arroz como alimento para cerdos. IN: Utilización de la yuca en la alimentación de cerdos. Asociación Americana de Soya. A.N. (C.R.) no. 46:1-3.
- \_\_\_ ; MOYA, L.F. 1988. Evaluación de diferentes reemplazadores de leche en la alimentación de lechones. IN: Mejoramiento de la eficiencia nutricional del cerdo, aspectos biológicos y económicos. Asociación Americana de Soya. A.N. (Méx) no. 87:1-12.
- CASTILLO, M. 1984. Práctica de producción de cerdos alimentados a base de banano y suplemento proteico en la granja porcina "Proceza, S.A." Universidad de Costa Rica. San José, C.R. 31 p.

- CARROL, W.E.; et al. 1967. Explotación del Cerdo. Trad. por Andrés Suárez y Suárez. 3 ed. Zaragoza, España, Acribia. 475 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1977. Informe anual, Unidad de producción porcina. Cali, Col. p. E8-E9
- COCHRAN, W.G.; COX, G.M. 1983. Diseños experimentales. 2 ed. Trillas. Méx. 661 p.
- CONCELLON, M.A. 1967. Porcinocultura; Explotación del cerdo y sus productos. AEDOS. Madrid, España. 398 p.
- CONRAD, J.H.; CAMPABADAL, C. 1976. Utilización de la yuca en la alimentación de cerdos. Asociación Americana de Soya.(C.R.) no. 46:1-3.
- CORONA, H.; SERRATO, S. 1990. Comportamiento productivo de los cerdos alimentados a base de suero de leche durante la etapa de recría. Facultad de Agricultura-Zootecnia. Tercera reunión de nutrición animal. Memoria 89-90. Méx. p: 126-129.
- CUNHA. 1968. Alimentación del cerdo. Trad. por Eduardo Zorita T. Acribia. España. p: 160-161; 167-170.
- DIAZ, R. 1965. Ganado Porcino. 3 ed. Salvat Editores S.A. Méx. 663 p.
- ENSMINGER, E.M. 1978 Alimentos y nutrición de los animales. Trad. por el Dr. Mario Marino. El Ateneo. España. 578 p.
- ESCAMILLA, L. 1960. El cerdo, su cría y explotación. Continental, S.A. Méx. 365 p
- FEEDSTUFFS. 1988. Tabla de análisis de ingredientes. EE.UU. p. 2
- FLORES, J.A.; AGRAZ, G. 1981. Ganado Porcino; Cría, explotación, enfermedades e industrialización. 3 ed. Limusa. Méx.
- GOMEZ, G.G. 1977. Utilización de la yuca en la alimentación de cerdos. Asociación Americana de Soya. A.N. (C.R.) no.46:1-3.
- GONZALEZ, E. 1986. Información express, Condensación de artículos agropecuarios de la

- literatura mundial. La Habana, Cuba. 10(4):38.
- GUTIERREZ, N. 1974. La yuca en la alimentación de cerdos; análisis económico de dos experimentos. CIAT. Cali, Col. 17 p.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. (Col.) 1980. Algunas materias primas para la alimentación del cerdo. 8(5)
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS. 1985. Redacción de referencias bibliográficas; Normas oficiales del IICA. 3 ed. IICA-CIDIA. San José, C.R., 60 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDIOS TERRITORIALES. 1994. Datos climáticos de la estación "Las Mercedes". Informe anual. Managua, Nic. 15 p.
- JULL, M.A. 1963. Avicultura. Trad. del inglés por José Luis de la Loma. 3 ed. Editorial Hispanoamericana. Méx. 328 p.
- KEIFFITS. 1989. Producción de ganado lechero en el trópico. Escuela Agrícola Panamericana. Tegucigalpa, Hond. p. 73-83.
- LEDESMA, F.R.A. 1979. Los cereales, su utilidad práctica en la alimentación. IN: Desarrollo y tecnificación de la porcicultura. Porcirama. (Méx.) p. 17-23.
- LYMAN, C.M.; KUIKEN, K.A.; HALE, F. 1956. Efecto de la sustitución progresiva de maíz con puliduras de arroz como alimento para cerdos. Asociación Americana de Soya. A.N. (C.R.) no:46:1-3.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1993. Informe agropecuario; Informe de producción al 10 de Dic. 1993. Managua, Nic. 28 p.
- MANER y BUTRAGO, J. 1974. Utilización de la yuca en la alimentación de cerdos. Asociación Americana de Soya. A.N. (C.R.) no:46:1-3.
- \_\_\_; JIMENEZ, I. 1967. Utilización de la yuca en la alimentación de cerdos. Asociación Americana de Soya. A.N. (C.R.) no:46:1-3.

- \_\_\_; et al. 1967. Utilización de la yuca en la alimentación de cerdos. Asociación Americana de Soya. A.N. (C.R.) no. 46:1-3.
- \_\_\_ 1972. Utilización de la yuca en la alimentación de cerdos. Asociación Americana de Soya. A.N. (C.R.) no. 46:1-3.
- MENA, A. 1988. El uso de caña como fuente de energía en la alimentación de cerdos. IN: Sistemas intensivos para producción animal y energía renovable con recursos tropicales. CIPAV. Cali, Col. 122 p.
- MONDOÑEDO, M. 1985. A comparative study of corn and cassava as feeds for hogs. IN: La yuca o mandioca. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, C.R. 386 p.
- MONTALDO, A. 1985. La yuca o mandioca. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, C.R., 386 p.
- MORA, J. 1984. Evaluación de dos sustitutos de leche en la alimentación de cerdos en la etapa de preiniciación. IN: Mejoramiento de la eficiencia nutricional del cerdo, aspectos biológicos y económicos. Tesis Ing. Agr. Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica. Asociación Americana de Soya. A.N. (Méx) no.87:1-12.
- MORRISON, F.B. 1956. Efecto de la sustitución progresiva de maíz con puliduras de arroz como alimento para cerdos. Méx. 9 p.
- \_\_\_ 1951. Alimentos y alimentación del ganado. Trad. por José de Luis de la Loma. Tomo I. Editorial Hispanoamericana. Méx. p. 514, 516, 532.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1985. Nutrient requeriment of domestic animals: serie no. 2 Swine. National Academy Science. Washington, D.C.
- NELSON, B.; CRUZ, G. 1970. Nutrición de cerdos en Nicaragua. Nic., M.A.G.
- NOLAND, P.R. s.f. Fuentes alternas de energía para cerdos. Asociación Americana de Soya. A.N. (Méx.) no. 2.

- OSUNA, O. 1989. Micotoxinas de importancia; En memorias "Calidad en la producción". Asociación Americana de Soya. A.N. (Méx.) no. 121:1-17.
- OYENUGA, V.A. 1985. The composition and nutritive value of certain feeding stuffs in Nigeria. IN: La yuca o mandioca. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, C.R. 386 p.
- \_\_\_; OPEKE, L.K. 1985. The value of cassava rations for pork and bacon production. IN: La yuca o mandioca. IICA Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, C.R. 386 p.
- OWEN, B. 1978. Algunas notaciones sobre el uso del suero de leche en la alimentación del cerdo. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. (Col.) 26 p.
- PEIXOTO, R.R. 1985. Contribución al estudio de yuca en la alimentación de animales. IN: La yuca o mandioca. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, C.R. 386 p.
- PEORIA. s.f. Nutrición animal adecuada vitamínica. 3 ed. Illi., EE.UU. 18 p.
- PEREZ, L. 1993. Pautas básicas para el análisis financiero de proyectos agropecuarios. IN: Proyectos de inversión para pequeñas empresas rurales. Manual de capacitación a técnicos de campo. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, C.R. 292 p.
- POND, W.G.; MANER, J.H. 1974. Utilización de la yuca en la alimentación de cerdos. Asociación Americana de Soya. A.N. (C.R.) no. 46:1-3.
- SALAS, E. 1984. Utilización de la malanga (Colocacia esculenta) en la alimentación de monogástricos. Tesis Ing. Agr. C.R., Universidad de Costa Rica.
- SCARBOROUGH, C.C. 1965. Cría del ganado porcino. Trad. por Edsel J. Bixeler. Limusa. Méx. 317 p.
- SHIMADA, A.S. 1970. Valor alimenticio de la harina de yuca para cerdos. Veracruz, Méx.

- TEJEDA, I. H DE 1983. Alternativas al uso de cereales. Porcivama (Méx.) 8(96):5-10.
- THOMPSON, F.W. 1985. The use of cassava in the feeding of pigs in Achimoto. IN: La yuca o mandioca. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, C.R. 386 p.
- VOGT, H. 1985. The use of tapioca meal in poultry rations. IN: La yuca o mandioca. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, C.R. 386 p.
- WU, L.; WOOT-TSUEN; FLOKES, M. 1961. Utilización de la yuca en la alimentación de cerdos. Asociación Americana de Soya. A.N. (C.R.) no. 46:1-3.

## **VIII. ANEXOS**

**ANEXO 1. Análisis de varianza de la Ganancia Media Diaria en la etapa de desarrollo.**

Fuente	Gl	S. de C.	C.M.	V. F.	Pr > F
Trata	3	334766.1493	111588.7164	36.59	0.0001
Error	26	79300.0479	3050.0018		
Total	29	4140066.1973			

C.V. = 23.08601

**ANEXO 2. Costos de alimentación en la etapa de desarrollo.**

Concepto	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>		T <sub>3</sub>		
	Concen (qq)	Base (qq)	Suero (kg)	Base (qq)	Suero (kg)	Yuca (saco)
Consumo	13.97	5.61	1640.40	5.52	1384.4	13
Precio (C\$/qq)	76.00	49.50	0.125*	49.50	0.125*	66.23
Subtotal	1061.50	278.05	205.05	273.20	173.05	861
Total(C\$)	1061.50	483.10		1307.25		
Prom. cerdo	106.15	48.31		130.72		

\* Precio del kg de suero.

**ANEXO 3. Comportamiento productivo de los cerdos en los diferentes tratamientos en la etapa de desarrollo.**

Concepto	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Número de cerdos por tratamiento.	10	10	10
Peso inicial promedio por cerdo (kg).	11.86	11.90	11.92
Peso final promedio por cerdo (kg).	34.95	21.40	22.38
Ganancia en peso promedio por cerdo (kg)	23.09	9.5	10.46
Ganancia diaria promedio por cerdo (g)	384.33	158.33	174.5
Alimento consumido promedio por cerdo	63.48	189.57	218.45
Eficiencia de conversión	2.76	20.22	21.42
Costo por 45.45 Kg de alimento (C\$)	76.00	11.37	25.95
Costo por kg de ganancia	4.60	5.04	12.04

**ANEXO 4. Resultados de materia seca de los ingredientes utilizados**

Ingredientes	Materia seca (%)
Concentrado	98.44
Base: Semolina, maíz	97.96
Yuca	39.22
Suero	16.04

**Fuente Laboratorio de Bromatología UNA**

**ANEXO 5. Análisis de varianza de la Ganancia Media Diaria en la etapa de engorde**

Fuente	Gl	S. de C.	C.M.	V.F.	Pr > F
Tratam.	3	1460492.938	486830.979	28.00	0.0001
Error	26	452036.218	17386.008		
Total	29	1912529.156			

C.V. = 25.52903

**ANEXO 6. Costos de alimentación en la etapa de engorde.**

Concepto	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>		T <sub>3</sub>		
	Concen (qq)	Base (qq)	Suero (kg)	Base (qq)	Suero (kg)	Yuca (saco)
Consumo	32.96	12	2888.4	8.64	2364.14	14.5
Precio (C\$/qq)	86.00	50.5	0.125*	50.5	0.125*	53.00
Subtotal	3121.7	606.61	361.05	441.50	295.52	768.5
Total(C\$)	3121.7	967.66		1505.52		
Prom. cerdo	312.17	96.76		150.55		

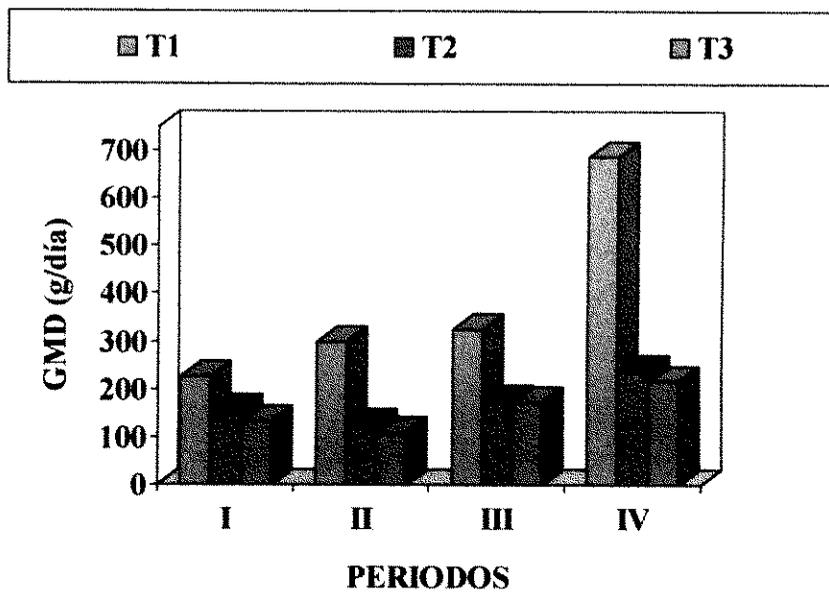
\* Precio del kg de suero

**ANEXO 7 Comportamiento productivo de los cerdos en los diferentes tratamientos en la etapa de engorde.**

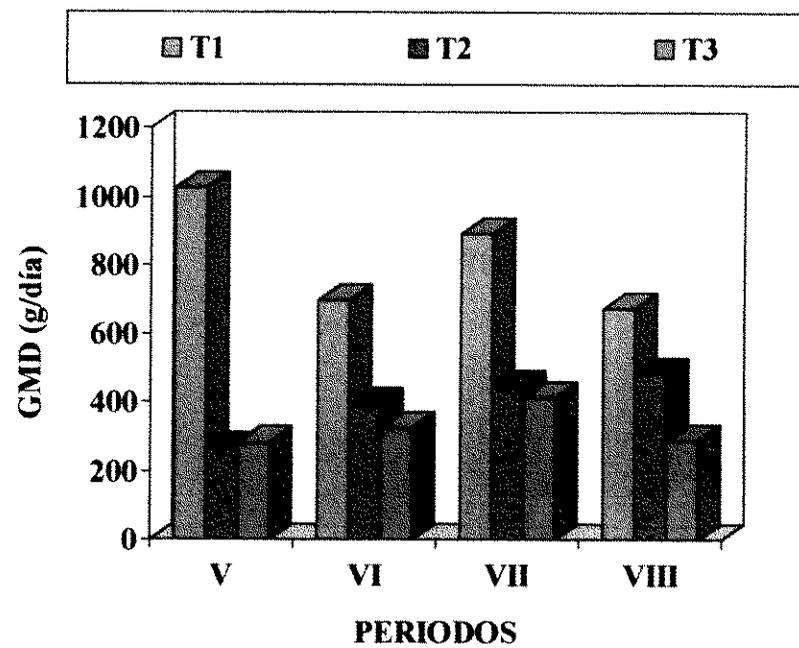
Concepto	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Número de cerdos por tratamiento.	10	10	10
Peso inicial promedio por cerdo (kg).	34.95	21.40	22.38
Peso final promedio por cerdo (kg).	84.27	45.32	42.11
Ganancia en peso promedio por cerdo (kg)	49.32	23.92	19.73
Ganancia diaria promedio por cerdo (g)	822.03	398.65	328.8
Alimento consumido promedio por cerdo (kg)	164.98	343.43	355.87
Eficiencia de conversión	3.45	14.98	18.02
Costo por 45.45 kg de alimento (C\$)	86.00	12.84	21.04
Eficiencia de conversión	6.52	4.23	8.34

**ANEXO 8. Análisis de varianza de la covariable Sexo en las etapas de desarrollo y engorde.**

Fuente	Gl	S. de C.	C. M.	V. F.	P > F
Sexo	1	15412.4267	15412.4267	5.05	0.0333



Anexo 9 Comparación de la variable GMD (g/día) de los tratamientos en estudio en la etapa de desarrollo.



Anexo 10 Comparación de la variable GMD (g/día) de los tratamientos en estudio en la etapa de engorde.