

UTILIZACIÓN DEL RAMIO (*Boehmeria Nivea L.*) EN LA ALIMENTACIÓN DEL CERDO¹

Natán Paúl Claire S.², Zacarias Flores M.³, Robert A. Moreno J.⁴

I. RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo con el objetivo de evaluar la factibilidad del uso de follajes verdes de cultivos de ramio y heno de ramio (*Boehmeria nivea L.*) en dietas para cerdos. Se evaluaron cuatro tratamientos: Dieta A: Alimento balanceado (AB) sin ramio, (Testigo, Tratamiento 1), Dieta B: Alimento balanceado con heno de ramio, (Tratamiento 2), Dieta C: Dieta testigo + hoja verde de ramio, (Tratamiento 3), Dieta D: Dieta testigo + tallo y hoja verde de ramio, (Tratamiento 4). Se utilizaron 32 cerdos (machos y hembras) provenientes de cuatro camadas distintas, cuyo peso promedio inicial fue de 17 kg. Debido a que las unidades experimentales no fueron homogéneas, se utilizó un diseño en cuadro latino (4 x 4). Las ganancias totales de peso para los grupos fueron: Dieta A (60,163 Kg.), Dieta B (61,919 Kg.), Dieta C (71,438 Kg.) y Dieta D (66,594 Kg.) ($P \leq 0.05$). Las ganancias diarias de peso para los grupos fueron: Dieta A (1,003 Kg.), Dieta B (1,032 Kg.), Dieta C (1,191 Kg.) y Dieta D (1,110 Kg.) ($P \leq 0.05$). Las conversiones alimenticias fueron: Dieta A (2,31), Dieta B (2,25), Dieta C (2,15) y Dieta D (2,32 Kg.) ($P \leq 0.05$). El análisis económico en relación al costo de alimento consumido, por Kg. de carne producido. El precio mas bajo es el de la Dieta C con 0,241 \$us, seguido por la Dieta D con 0,261 \$us, la Dieta B 0,271 \$us y finalmente la Dieta A con 0,283 \$us. Se concluye que se debe de utilizar la Dieta C que es la más económica y que consiguió la mejor ganancia de peso total y diario

¹ Tesis de grado Elaborada por Claire, S.N.P. para obtener el título de Medico Veterinario Zootecnista

² Urb. Chiriguano Calle Matico # 854 Santa Cruz – Bolivia

³ Catedrático de la materia Producción de Cerdos de la F.M.V.Z. de la U. A.G.R.M.

⁴ Catedrático de la materia de nutrición de la F.M.V.Z. de la U.A.G.R.M.

II. INTRODUCCIÓN

Los cerdos después de las aves son considerados como la especie doméstica de mayor eficiencia en la transformación de la energía y proteína de su alimento en carne, estos animales son excelentes transformadores de granos y otros productos – subproductos agroindustriales (López, 1990).

Por ello, constantemente se buscan alternativas alimenticias o forrajes de buena calidad, que permitan bajar los costos de alimentación en la producción animal que es de un 70 – 80% del costo de producción. Esto se puede lograr mediante la utilización de fuentes forrajeras cuyas características botánicas y agronómicas hagan posible su aprovechamiento y producción de forma económica y bajo las condiciones edafoclimáticas de las diversas regiones en nuestro país, una posibilidad de fuente forrajera es el cultivo del ramio (*Boehmeria nivea L.*).

El uso de forrajes arbóreos en la alimentación de rumiantes, está muy bien documentado (Preston y Murgueitio, 1994), en cerdos es muy escasa la información sobre este tema (agroforestería). Forrajes de hoja ancha como el ramio, constituyen una excelente fuente de proteína (20 a 24 % PC) para los animales. En condiciones apropiadas esta urticácea (planta de tallo no leñoso), llega a producir hasta 50 ton/ha/año de materia verde (Sarria, 1999). Esta forrajera fue importada recientemente desde Colombia y actualmente se encuentra en periodo de evaluación, para conocer su potencial productivo (MS, PC, FDN, etc.) a diferentes edades de corte, en ambientes tropicales como el nuestro.

En la actualidad la planta de ramio se cultiva principalmente como materia prima en la industria textil, pero puede también utilizarse como fuente de forraje verde muy nutritivo. Las hojas y puntas a diferencia de lo que sucede con los tallos, son pobres en fibra y ricas en proteína, minerales, lisina y caroteno. Se ha descrito el valor nutritivo del ramio como similar al de la alfalfa, si bien tiene la capacidad de superar mucho a esta planta en

rendimiento (Acosta, 1996).

El ramio (***Boehmeria nivea L.***) puede pastorearse en forma directa, utilizarse como forraje verde, ensilarse junto con melazas, o secarse artificialmente para convertirlo en harina de hoja, el ramio es apetecible para toda clase de ganado doméstico y constituye un excelente pienso para los bovinos; puede suministrarse también como alimento de los cerdos de todas las edades y obtener una producción aceptable (Acosta, 1996).

III. JUSTIFICACIÓN

El departamento de Santa Cruz se ha convertido en el mayor productor pecuario del país especialmente en el sector porcino y avícola; por tanto es necesario la implementación de nuevas dietas a base de forrajes que hagan posible un mayor rendimiento y al mismo tiempo alcanzar una mayor rentabilidad en esta actividad.

El uso masivo de los principales ingredientes que conforman los alimentos balanceados como los cereales y la soya hacen que el costo de producción se incremente, ya que anualmente se exportan alrededor de 800.000 TM de soya y derivados. En Bolivia los gastos por compra de alimento constituyen entre el 60 a 70 % de los costos totales situación que hace necesaria la búsqueda de alternativas, siendo atractivo utilizar materias primas tropicales como fuente proteica y energética que preferiblemente no compitan con la alimentación humana.

El ramio (***Boehmeria nivea L.***) es una planta que por sus características botánicas y genotípicas como ser: el porcentaje de proteína, la capacidad de producir grandes volúmenes de forraje en un corto tiempo, su escasa o nula toxicidad, puede ser utilizada en el producción de aves, porcinos, ganado lechero y otros. El cultivo del ramio en Santa Cruz es relativamente nuevo ya que existen solo un trabajo de investigación que se realizo a principio de este año. Por la falta de conocimiento de los productores acerca del manejo del ramio en nutrición es necesario investigar las bondades y características nutritivas de la especie y así obtener forrajes ricos en proteínas en las épocas secas aspecto que constituye uno de los grandes problemas que tiene el productor pecuario.

Por lo expuesto y con el fin de dar un asesoramiento técnico en el campo del empleo del ramio (***Boehmeria nivea L.***) en la alimentación animal, la Facultad de Ciencias Veterinarias ha visto la necesidad de realizar pruebas de campo para reportar, con experiencias propias, las bondades o restricciones del uso de ramio (***Boehmeria nivea L.***) en la

nutrición de las diferentes especies.

El presente trabajo se realizó con la finalidad de demostrar al porcicultor que se pueden utilizar diferentes tipos de forrajes como ser el ramio (*Boehmeria nivea L.*) en las dietas y así abaratar sus costos de producción. Para cumplir con este cometido se plantea los siguientes objetivos:

Objetivo General

Evaluar la factibilidad del uso de follajes verdes de cultivos de ramio y heno de ramio (*Boehmeria nivea L.*) en dietas para cerdos.

Objetivos Específicos

- Evaluar la ganancia de peso total en cerdos que se encuentran en etapa de crecimiento y acabado, y son alimentados con dietas que contienen ramio en tres formas distintas: hoja verde, tallo con hoja verde y heno de ramio.
- Evaluar la ganancia promedio diaria de peso en cerdos que consumieron dietas con ramio en tres formas diferentes: hoja verde, tallo con hoja verde y heno de ramio.
- Evaluar la conversión alimenticia en cerdos que son alimentados con dietas que contienen ramio en tres formas distintas: heno, hoja verde y tallo mas hoja verde.
- Efectuar un análisis para conocer la factibilidad económica de la utilización del ramio en dietas para cerdos.

IV. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1. HISTORIA

El cerdo doméstico fue introducido en América por los españoles durante la época de la colonia, debido a que es un animal de fácil engrasamiento, rápidamente se expandió por todo el continente.

Hoy en día se prefiere un cerdo de carne magra, para evitar problemas sanitarios, en este sentido las razas fueron mejoradas genéticamente.

El cerdo doméstico tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	Animal
Tipo	Cordados
Clase	Mamífero
Orden	Ungulados
Suborden	Artiodáctilos
Familia	Suinos
Genero	Sus
Especie	Sus – escrofa

Estos animales presentan morfología muy variada, sobre todo en la longitud y la dirección de las orejas, así como en su tamaño corporal. Poseen 4 dedos en las extremidades, de las cuales dos centrales sirven de apoyo.

El cerdo es un animal omnívoro que puede aprovechar la mayoría de los alimentos que se le proporcionen. Posee una elevada producción de carne, tienen corto ciclo biológico, alta fecundidad y fácil adaptación a los distintos climas (Terranova, 1995).

Esnaola (2000) reportó que los cerdos para producción de carne cambian sus requerimientos cada 5 kg. de aumento de peso vivo, pero por

cuestión de facilidad en el manejo del alimento, esto no es usado por los productores de Santa Cruz.

Su tracto intestinal es de escasa longitud con relación al de otras especies domésticas y su estómago es simple. A diferencia de los rumiantes carece de rumen, no poseen flora ni fauna microbiana, muy necesario para el desdoblamiento de los ingredientes voluminosos y groseros, por lo tanto su poder para utilizar la fibra cruda es bastante reducido, debiendo ser su alimentación a base de concentrado y de fácil asimilación. La velocidad de crecimiento en cerdos ha aumentado considerablemente en las últimas décadas, tomando como base una selección sistemática de razas de rápido desarrollo y la mejora de las condiciones de alimentación y explotación. La demanda de grasas animales y productos cárnicos grasos ha disminuido al modificarse las condiciones de producción en la industria y la agricultura, lo cual hace que el objetivo de la cría de cerdos en la mayoría de los países (y en el nuestro también) sea lograr animales lo más musculados posibles (Kolb, 1972; Menendez y García 1990).

4.2. SANIDAD

Un riguroso manejo sanitario viene relacionado con la higiene; por lo tanto, se debe prever el control de las enfermedades. Debe seguirse una orientación profiláctica, es mejor prevenir y no curar. Para esto la granja debe contar con un calendario riguroso de vacunación y limpieza diaria.

Pinheiro (1973) mencionó que la sanidad no se alcanza como condición aislada, pues es un conjunto de medidas como la higiene, manejo y alimentación, que se relacionan íntimamente y que son todas igualmente indispensables. La alimentación juega un papel decisivo, se recomienda atención especial a la satisfacción de necesidades, se deben poner en práctica, las más rigurosas medidas de higiene, además de un calendario de vacunación, control de parásitos y desinfección de alojamientos.

4.3. MANEJO

Los sistemas comerciales intensivos están constituidos por granjas que manejan 50 o más hembras reproductoras, que se caracterizan por usar alimentos balanceados, que el productor prepara en su propia granja o bien compra a una fábrica de alimentos. Estas dieta normalmente usan elevadas cantidades de granos (maíz y sorgo), subproductos de la industria molinera, suplementos proteicos, mezclas de vitaminas y minerales que en su mayoría son productos importados (Esnaola, 2000).

Pinheiro (1973) menciona que para aplicar un sistema de explotación intensivo se debe poseer lo siguiente: una infraestructura altamente tecnificada, razas con buen nivel genético, alimentación bien balanceada y un buen manejo técnico sanitario.

Ventajas del sistema de explotación intensivo:

- Mayor protección de las inclemencias del tiempo.
- Facilidad en la distribución de alimentos.
- Más animales por unidad de superficie.
- Menor tiempo para llegar al acabado.
- Eficiente control sanitario.
- Facilidad para llevar registro.

Desventajas del sistema de explotación intensivo:

- Alto costo de alimentación.
- Aparición de enfermedades por hacinamiento y stress.
- Mayor facilidad para la difusión de enfermedades.
- Alto costo de infraestructura.

En la actualidad este es el sistema mas utilizado por los

porcinocultores a gran escala.

4.4. NUTRIENTES QUE REQUIERE EL CERDO

En la alimentación del cerdo hay que tomar en cuenta que estén todos los nutrientes que requiere esta especie.

4.4.1. Agua

El agua es el medio dispersor ideal, debido a sus propiedades solventes e ionizantes que facilitan las reacciones celulares y por su elevado calor específico que le permite absorber el calor de estas reacciones con un mínimo aumento de temperatura, sus funciones son mucho más variadas y básicas que las representadas en sus papeles de solventes y sustrato de las reacciones orgánicas; toma parte activa de estas reacciones como lo demuestra la hidrólisis de proteínas, grasas y carbohidratos que se llevan a cabo en la digestión y dentro del organismo, y los diversos cambios anabólicos ó catabólicos del metabolismo intermediario que requieren la adición o liberación química del agua. El agua juega papeles muy especiales: como parte del líquido sinovial lubrica las articulaciones, y como fluido cerebro-espinal, actúa como amortiguador líquido del sistema nervioso. En el oído transmite el sonido y en el ojo se encuentra implicada con el fenómeno de la visión (Maynard *et al.*, 1979).

Entre todas las funciones la más importante es la que promueve el movimiento de nutrientes entre las células de los tejidos de los animales, es también responsable por la retirada de las sustancias tóxicas de las células y que deben ser excretadas. Mientras tanto todavía debe ser recordado que el agua es la responsable por la forma del cuerpo de los animales; por su alto calor específico, favorece la dispersión de calor originado durante las reacciones químicas que ocurren en el organismo; por su alta constante dieléctrica, permite la dilución de un gran número de sustancias que son

transportadas al organismo, participa prácticamente en todas las reacciones químicas que ocurren en el organismo, es fundamental en la lubricación de las articulaciones, y en la protección de las células (Penz, 2001).

Es tan común que en muchas ocasiones se infravalora su importancia a la hora de considerarla como lo que realmente es, un nutriente. En este aspecto es muy importante señalar que el ganado porcino necesita elevadas cantidades de agua fresca y limpia de forma permanente.

El cerdo consume 2.0 a 2.5 kg. de agua por cada kg. de alimento seco ingerido. Cuando las temperaturas son elevadas, el consumo voluntario de agua puede aumentar perfectamente de 4 a 4.5 kg./kg. de alimento consumido (Buxadé, 1984).

4.4.2. Energía

Para hacer una correcta decisión al seleccionar los ingredientes alimenticios es necesario tener un conocimiento pleno del sistema por medio del cual, los ingredientes son clasificados por su contenido energético y por el valor que estas clasificaciones tienen con respecto al crecimiento del cerdo y su producción, la energía bruta (EB) de un ingrediente se define como el calor producido cuando una sustancia es quemada. Una caloría es la cantidad de calor requerida para elevar la temperatura de un gramo de agua de 14,5° C a 15,5° C. Una kilocaloría son 1,000 calorías y una mega caloría son 1,000 kilocalorías. Puesto que no todo el alimento que se consume es digerido por el animal, cierta cantidad de energía se pierde a través de la materia fecal. La EB es una forma muy pobre de calcular la energía destinada para el cerdo (Pie, 2001).

La cantidad de energía que queda después de restar la pérdida de energía fecal, es denominada como energía digestible (ED). La diferencia entre la EB y ED puede ser muy amplia y entre más grande sea el valor de energía digestible (ED/EB) de una materia prima, mayor será su valor

significativo para los productores. Tanto en el proceso de producción como excreción de orina, se pierde una cantidad adicional de energía, la energía digestible menos la pérdida de energía urinaria, se puede denominar como Energía Metabolizable (EM). En la mayoría de los casos, la energía metabolizable representa el 95 % del contenido de energía digestible, por lo que la conversión de ED en EM puede llevarse a cabo con mucha facilidad. La energía metabolizable es la energía utilizable contenida en una materia prima para que el cerdo viva y crezca. Cierta cantidad de calor se produce durante el metabolismo de los nutrientes, éste es denominado como incremento térmico (IT) y puede ser utilizado por el animal para mantener su temperatura corporal, el restante de la energía es denominada Energía Neta (EN) y es utilizada para el mantenimiento y producción. La determinación de estos valores energéticos requiere de equipo especial y/o de pruebas de alimentación con animales (Pie, 2001).

4.4.3. Proteínas

Las proteínas son componentes esenciales del organismo animal, forman parte del protoplasma de la célula viva. Los músculos, la sangre, vísceras, el cerebro, la médula, el cuero, las cerdas y los cascos están constituidos básicamente, por proteínas. La reproducción, el crecimiento y la lactancia, procesos esenciales en la vida de los cerdos, movilizan grandes cantidades de proteínas. Por esta razón, las proteínas son los nutrientes más importantes en la práctica de la alimentación porcina (Pinheiro, 1973).

Las proteínas se asimilan en forma de aminoácidos, último producto de una larga cadena de sustancias que se forman durante los procesos digestivos. Estos aminoácidos se asocian entre sí mediante numerosísimas combinaciones y forman la compleja molécula proteica. Por consiguiente existen en la naturaleza proteínas que contienen los mismos aminoácidos, pero con distintas proporciones y combinaciones.

Los veinte aminoácidos hallados en las proteínas son divididos en dos grupos: aminoácidos esenciales y los no esenciales. El primer grupo el cerdo no puede producir cantidades suficientes para mantener una síntesis de proteína óptima, por este hecho se denominan esenciales o indispensables por cuanto deben ofertarse diariamente a través de dietas o raciones, estos son los siguientes: lisina, triptófano, metionina, histidina, arginina, valina, leucina, isoleucina, fenilamina y treonina. El segundo grupo de aminoácidos pueden ser producidos por el cerdo las cuales satisfacen las necesidades metabólicas (Easter, 1979; Flores, 1991).

Aminoácidos esenciales y no esenciales para los cerdos:

Esenciales	No esenciales
1. Lisina	1. Glicocola o glicina
2. Triptófano	2. Serina
3. Metionina	3. Alanina
4. Valina	4. Norleucina
5. Histidina	5. Acido aspártico
6. Fenilalanina	6. Acido glutámico
7. Leucina	7. Acido hidroxiglutámico
8. Isoleucina	8. Cistina
9. Treonina	9. Citrolina
	10. Prolina
	11. Hidroxiprolina
	12. Tirosina
	13. Arginina

Fuentes: NRC, 1998; Maynard y Loosli, 1979; Cunha, 1967

Aminoácidos Esenciales

Algunos de los 10 aminoácidos esenciales se encuentran en abundancia en los alimentos proteicos; otros escasean frecuentemente, lo que puede constituir un problema. Cuando los alimentos disponibles para la composición de la ración no poseen algún aminoácido esencial, se puede adicionar bajo la forma de producto sintético, aunque esta es la solución más onerosa.

Behn *et al.* (1991), explicaron de la siguiente manera la importancia de los 10 aminoácidos esenciales en el metabolismo:

- **Arginina.-** Los cerdos pueden sintetizar hasta un 60 % de la arginina que necesitan para un crecimiento normal. La falta de arginina reduce el crecimiento y el aprovechamiento de las raciones. No ofrece problemas para el cálculo de raciones, ya que se encuentra en un elevado porcentaje en los alimentos usados para los cerdos (Behn, 1991).
- **Isoleucina.-** No presenta problemas para el cálculo de raciones, pues los alimentos la contienen en abundancia (Behn, 1991).
- **Histidina.-** Normalmente se suministra en las raciones; su carencia produce los mismos síntomas que la carencia de arginina (Behn, 1991).
- **Leucina.-** Es abundante en los alimentos generalmente usados para los cerdos (Behn, 1991).
- **Lisina.-** Elemento estructural de la proteína, componente de las enzimas, presente prácticamente en todos los tejidos del organismo

animal. Importancia especial en la formación de tejidos colágenos y osificación. Componente de los nucleótidos en el núcleo, estimula la división celular. Puede escasear en las raciones constituidas principalmente por maíz, cereal que contiene poca lisina. La carencia de lisina reduce la velocidad de aumento de peso y el aprovechamiento de la ración. Los alimentos que contienen lisina en abundancia son: harina de carne, harina de hígado, harina de pescado, soluble de pescado, suero de leche, harina de sangre, torta de girasol, torta de linaza, levadura de cerveza, torta de soja y torta de ricino (Behn, 1991).

- **Metionina.-** Elemento estructural de las proteínas, componentes de enzimas y prácticamente de todos los tejidos del organismo animal; funciones metabólicas adicionales, en especial como precursor de la cisteína/cistina y de los péptidos como glutatión. Como iniciador de la biosíntesis proteica.

De todos los aminoácidos esenciales, solamente la lisina y la metionina ofrecen problemas en la alimentación porcina, pues son relativamente escasos en los alimentos proteicos de menor costo. De estos dos, la metionina es el más importante, posiblemente por su acción en el metabolismo hepático. Como ocurre con los demás aminoácidos esenciales, la carencia de metionina reduce la velocidad de aumento de peso y disminuye la conversión alimenticia. La cistina, aminoácido sulfurado no esencial, puede sustituir hasta el 50 % de la metionina en la ración, ya que en el organismo del cerdo se transforma en metionina, cumpliendo las mismas funciones. Por lo tanto, cuando se calcula una ración, se debe tener en cuenta el volumen de cistina que contienen los alimentos. En el cálculo práctico de raciones, se consideran solamente lisina y metionina, pues los demás aminoácidos esenciales se encuentran en los alimentos en

cantidades suficientes para satisfacer los requerimientos nutritivos de los cerdos. Existe una interacción entre el metabolismo de la metionina y el de la colina, vitamina del grupo B; la metionina se desdobla y provee grupos metílicos para la síntesis de colina, corrigiendo su deficiencia y promoviendo su síntesis (Behn, 1991).

Es recomendable agregar colina a las raciones con un bajo contenido de metionina. De esta manera, un porcentaje adecuado de colina en la ración economiza metionina o permite que actúe cumpliendo sus finalidades específicas sin necesidad de movilizarse para cubrir las deficiencias de colina. Los trabajos de Clausen demostraron que la metionina y la lisina influyen sobre la cantidad de carne magra de la canal (Behn, 1991).

Los alimentos que contienen metionina en abundancia son: torta de girasol, harina de carne, harina de pescado, harina de sangre, harina de hígado, levadura de cerveza, leche y sus subproductos (Behn, 1991).

- **Fenilalanina.-** No ofrece problemas en la alimentación, pues los alimentos de los cerdos poseen cantidades adecuadas de este aminoácido esencial. Su metabolismo está asociado con el de la tirosina, que puede sustituir hasta el 30 % de la fenilalanina necesaria para los cerdos. La tirosina se sintetiza a partir de la fenilalanina, de modo que niveles adecuados de tirosina economizarán fenilalanina (Behn, 1991).

- **Treonina.-** Elemento estructural importante de la proteína; primordial en la estabilización de estructuras proteicas mediante la formación de puente de hidrógeno (Behn, 1991).
La carencia de treonina provoca síntomas semejantes a la carencia de los demás aminoácidos esenciales: reduce la velocidad de crecimiento

y el ritmo de conversión alimenticia. La treonina está presente en los alimentos generalmente suministrados a los cerdos, en cantidades suficientes para satisfacer los requerimientos (Behn, 1991).

- **Triptófano.-** Elemento estructura de la proteína, participa en la formación del NAD (nicotínamiadeninucleótido), así como en muchos procesos metabólicos de las hormonas serotonina y triptamina. El triptófano promueve la ingestión de alimentos (Behn, 1991).

Cuando las raciones tienen alto porcentaje de maíz, puede haber carencia de triptófano porque ese cereal es pobre en este aminoácido esencial. La falta de triptófano, además de producir los síntomas comunes a las otras carencias, aumenta el tamaño de la tiroides. Existe una relación entre el metabolismo del triptófano y el de la niacina: cuando falta niacina, el triptófano se transforma en ella aunque la niacina no se transforma en triptófano. Cuando la ración es rica en triptófano, no se producen deficiencias de ácido nicotínico, mientras que porcentajes adecuados de niacina economizan triptófano. Por esta razón, se recomienda agregar niacina en la mayoría de las raciones (Behn, 1991).

- **Valina.-** Este aminoácido esencial no constituye un problema en la alimentación porcina (Behn, 1991).

4.5. RELACIÓN ENERGÍA / PROTEÍNAS

Pinheiro (citado por Cuellar, 1993) menciona que es indispensable que la ración contenga suficiente energía a fin de que la proteína que es más cara que los carbohidratos pueda ser extremadamente utilizada como tal; si hay una deficiencia de energía en la ración el organismo animal, utilizara

parte de la proteína para su metabolismo energético en detrimento de la formación de músculos, huesos, sangre y leche aparte de perjudicar la reproducción y otros procesos vitales que necesitan de proteínas.

Casi un tercio de la energía consumida en su dieta por un cerdo en crecimiento se utiliza para mantener los tejidos y funciones corporales, dejando dos tercios para posiblemente convertirlo en ganancia de peso (INDUSTRIA PORCINA, 1996).

4.6. VITAMINAS

Las vitaminas son nutrientes que cumplen importantes funciones relacionadas con la iniciación y activación de los procesos vitales. Por esta razón, se las llama biocatalizadores.

Las vitaminas son sustancias orgánicas que el animal es incapaz de elaborar en su organismo, y que en dosis infinitesimales son indispensables para el desarrollo, mantenimiento y funcionamiento de estos, determinando su ausencia, trastornos y lesiones características. Las necesidades de los animales en vitaminas es variable según la especie, la edad, la alimentación, la composición de las sustancias que integran las dietas, y el fin zootécnico a que son destinados, etc. (Flores, 1991).

Las formas de explotación a que los somete el hombre influyen grandemente en las necesidades de estos elementos en su alimentación. Como la mayoría de las vitaminas tienen influencia sobre el crecimiento, ya sea en forma directa o indirecta, en general, son mayores las necesidades en las edades tempranas de la vida. Una avitaminosis no sólo se presenta al faltar una vitamina determinada en los alimentos, sino que se puede producir también por la acción antagónica de otras vitaminas o sustancias alimenticias ingeridas en mayores cantidades. En ocasiones existe acción sinérgica de las vitaminas entre sí, tal es el caso de las vitaminas C y K en los procesos hemorrágicos, así como de la vitamina A y D en el raquitismo.

Las glándulas de secreción interna tienen también en ocasiones acciones sinérgicas o antagónicas de las vitaminas. Existe acción sinérgica entre la hipófisis y la vitamina A, la E y las hormonas gonadotrópicas de la hipófisis, etc. Parece existir acción antagónica entre la vitamina A y la tiroxina, y entre la vitamina D y la hormona paratiroidea. Se considera a las vitaminas como agentes biocatalizadores, teniendo un papel importantísimo de oxidorreducción; intervienen también en la formación de enzimas hidrolíticas (Flores, 1991).

Las funciones desempeñadas por las vitaminas son de fundamental importancia para la producción animal, pues intervienen en los procesos básicos de la vida: reproducción, crecimiento, lactancia y asimilación. Todas las vitaminas son indispensables para el funcionamiento armonioso del organismo. En la práctica de la alimentación porcina, pocas vitaminas constituyen un problema, pues la mayoría de ellas se encuentra abundantemente en los alimentos, y las otras son sintetizadas por el organismo animal, como las vitaminas K, C y D. Para una perfecta nutrición vitamínica es necesario seleccionar adecuadamente los alimentos que integran la ración.

4.7. MINERALES

Nuevos conocimientos vienen generándose en la determinación de los requerimientos de minerales por los cerdos, pero la introducción de nuevas formas (orgánicas vs. inorgánicas) y la disponibilidad de estas formas vienen cambiando nuestra visión de muchos elementos minerales. La alimentación en exceso de algunos minerales igualmente ha aumentado la preocupación sobre la creciente concentración de minerales en el suelo, y su acumulación en las aguas superficiales y del subsuelo, perjudiciales tal vez tanto para la vida humana como para la acuática (Morrison, 1985).

Existe una gran diferencia en la composición de macro elementos, entre granos y productos oleaginosos. De particular importancia son el calcio y el fósforo. Donde la cantidad en el tejido vegetal, está por debajo de los requerimientos de los cerdos y necesitan ser adicionados a las dietas. Si bien es cierto que otros macroelementos (Mg, K, S) son esenciales para los cerdos, ellos generalmente están presentes en niveles adecuados en los principales granos (Morrison, 1985).

Existen 14 minerales ya identificados como indispensables para los cerdos. La mayoría de ellos se encuentra en los alimentos en cantidades adecuadas. Sin embargo, cuando faltan es necesario agregarlos, pues su carencia reduce la velocidad de aumento de peso, perjudica la conversión alimenticia y puede ocasionar la muerte del animal. Los minerales son imprescindibles para el crecimiento, reproducción y lactancia.

Los siguientes son los minerales ya identificados que cumplen funciones definidas en la producción porcina: calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na), cloro (Cl), yodo (I), cobalto (Co), hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn), magnesio (Mg), azufre (S), potasio (K), selenio (Se), cinc(Zn).

4.8. NUTRICIÓN DE LOS CERDOS DURANTE LA ETAPA DE CRECIMIENTO

La fase de crecimiento es un período en la vida del cerdo de gran importancia, pues de ella dependerá prácticamente, la rapidez para llegar al mercado así como la buena conformación y desarrollo de los animales que se dejen para formar parte del pie de cría.

Después del destete es cuando propiamente se inicia el periodo de crecimiento o desarrollo, los primeros meses de vida es cuando las fuerzas que aceleran el crecimiento son mayores, por eso es un factor determinante en la explotación porcina (Flores, 1991).

Terranova (1995), sostiene que el crecimiento es el conjunto de una gran cantidad de procesos fisiológicos complejos, que producen algo más que un simple aumento de tamaño. Se considera que la talla máxima y la capacidad de desarrollo son hereditarias, y la nutrición es el factor que determina si este nivel máximo se puede alcanzar, permitiendo al organismo que aproveche al máximo posible las ventajas de su herencia.

Debido a la gran velocidad de crecimiento del cerdo carencias pequeñas en administración de aminoácidos esenciales, vitaminas, sales minerales y elementos vestigiales provocan en corto espacio de tiempo una ostensible merma en las ganancias de peso así como en la predisposición a enfermedades (Kolb *et al.*, 1972).

El animal joven consume más alimento con relación a su peso y como sus exigencias de mantenimiento son mínimas, una gran parte de los alimentos son transformados en carne, grasa y huesos. Por lo anterior, es conveniente aprovechar esta edad para lograr el mejor desarrollo y peso (Flores, 1991).

Se emiten recomendaciones en cuanto a requerimientos nutritivos, para esta especie en sus diferentes ciclos de vida (NRC, 1988). Para fines del presente trabajo se anexó recomendaciones para la fase de crecimiento comprendida entre 20 y 50 Kg.

Sin descartar la importancia que cumplen los diferentes nutrientes como carbohidratos, proteínas, minerales y vitaminas, la presente revisión solo se referirá al componente proteína toda vez que es objetivo del estudio evaluar el empleo de una alternativa proteinacea.

4.8.1. Requerimientos Nutricionales en la Fase de Crecimiento

En cerdos en crecimiento, el porcentaje de proteína de la ración es de 16 a 17 por ciento y 3.2 Kcal. de energía (Taylor, 1987).

Las grandes empresas reconocidas a nivel mundial usan los siguientes requerimientos nutricionales para los cerdos en etapa de crecimiento, que muestran las exigencias de amino ácidos y calcio y fósforo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Exigencias nutricionales para suínos en la fase final de crecimiento

FUENTES	PB%	Lisina %	Met+Cis %	Ca %	P %
NRC	15	0.75	0.41	0.60	0.50
AEC	15	0.75/0.85	0.41/0.47	0.90	0.65
ARC	15	1.10	0.55	0.90	0.70
UFV	15	0.68	0.43	0.67	0.51

Fuente: NRC, AEC, ARC, UFV. 1996 citado por Espíndola 2000

Cuadro 2. Requerimiento proteico de los cerdos en la etapa de crecimiento:

Rango de peso en Kg.	Edad en semanas	Ganancia de peso diario / g	Proteína	Aminoácidos			
				M+C%	Lis%	Treo %	Trip%
20 - 50	9 - 15	600	15.5	0.55	0.85	0.51	0.11
	9 - 14	700	16.0	0.59	0.90	0.54	0.18

Fuente: Behm *et al.*, 1991.

4.9. FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DEL CERDO

Para que el animal pueda crecer, mantenerse, reproducirse, debe disponer de todas las sustancias y energía necesarias para ello. El animal las toma del alimento, donde se encuentran presentes en formas tales que no pueden entrar inmediatamente al organismo. En tener que autoalimentarse, consiste en ingerir la cantidad suficiente de alimento y en transformarlo para que las sustancias útiles penetren en el cuerpo y los restos no utilizados se

eliminen. Estos distintos pasos se denominan: Ingestión, digestión, absorción y excreción (Wittke, 1978).

4.9.1. Ingestión

En todos los animales los alimentos llegan a la boca por medio de los labios, dientes y lengua. El hocico en el cerdo, tiene un papel fundamental en la obtención de los alimentos. Los líquidos llegan a la boca en el cerdo por succión: los labios permanecen cerrados, excepto la parte que está sobre la superficie líquida y la lengua crea un vacío en la boca, con lo que el líquido entra en esta con facilidad. Los animales al mamar crean también un vacío dentro de la boca: el cerdo recién nacido mama unos 14 – 20 ml. cada vez (Svendsen, 1976).

La ingestión se realiza cuando el animal siente la necesidad de tomar alimento y dispone de él para satisfacerla. Está regulada de manera que en determinado periodo se reponen las pérdidas de sustancias y energía del cuerpo (Wittke, 1978).

4.9.2. Digestión

Cuando el alimento entra en la boca comienza su transformación, proceso al que se denomina digestión. El fin de este consiste en modificar la estructura física y química del alimento, de manera, que los componentes puedan incorporarse al metabolismo corporal. Esta función se localiza en el tracto gastrointestinal, el que se extiende desde la cavidad bucal por la faringe, el esófago, el estómago, el intestino delgado y grueso, hasta el ano. Con la masticación se produce la insalivación, que ablanda y por otra parte lubrica el alimento mediante sustancias mucilaginosas. La insalivación es importante para la deglución ya que sin ella no se produce el efecto deglutorio, pues no es posible deglutir en seco. Los movimientos de mezcla del saco estomacal son contracciones tónicas lentas

que amasan el contenido y lo ponen en contacto con la mucosa. Como movimiento de transporte tenemos el peristaltismo, que expulsan el contenido hacia el intestino (Wittke, 1978).

El acto de la deglución se divide, arbitrariamente, en tres fases, estando la primera bajo control voluntario. Una vez que el alimento se ha masticado y mezclado con la saliva se forma el bolo alimenticio que se sitúa en la parte superior de la lengua, esta se sitúa contra el paladar duro, conduciendo el bolo hacia la faringe; al mismo tiempo se eleva el paladar blando, cerrándose la parte posterior de las ventanas nasales y la base de la lengua fuerza la introducción del bolo a la faringe. A medida que el bolo entra a la faringe se activan las áreas sensitivas de la misma y de forma refleja se inicia la segunda fase de deglución: paso del bolo a través de la faringe. En este momento, y también por vía refleja, se inhibe la respiración y se cierra la faringe; la faringe se acorta y la acción de los músculos faríngeos hacen que el bolo penetre en el esófago. La tercera fase consiste en la peristalsis refleja del estómago por la propia presión de los alimentos sobre este. Los alimentos sólidos se transportan al estómago a una velocidad de 30-40 cm. por segundo (Svendsen, 1976; Wittke, 1978; Plaza, 1995).

Para la masticación los cerdos poseen dientes simples que despedazan los alimentos pero no lo trituran. Durante el proceso de masticación, el alimento se mezcla con la saliva. La secreción de saliva es un fenómeno intermitente que comienza después de varios movimientos masticatorios. El estímulo proveniente de varios receptores situados en la boca. Las glándulas salivales reciben fibras nerviosas simpáticas y Parasimpáticas, la estimulación de estas últimas aumenta el riego sanguíneo a las glándulas y produce gran secreción de saliva acuosa.

El estímulo simpático disminuye el flujo sanguíneo, con lo que inhibe la secreción salival o produce saliva mucosa, aunque en poca cantidad. El volumen promedio segregado por el cerdo, en 24 horas, es de unos 15 litros. La saliva de los animales con estómago simple tiene un pH de 6,8 a 7,4. La

glándula parótida produce un líquido alcalino seroso que en el cerdo contiene pequeñas cantidades de las enzimas amilasa, encargada de catalizar la hidrólisis del almidón. La actividad amilásica de la saliva del cerdo, con todo, es muchas veces menores que la del hombre. La secreción de las otras glándulas salivares no contiene enzimas, se trata de un líquido claro, viscoso, ligeramente alcalino, que tiene la propiedad de humectar los alimentos para que puedan ser mejor ingeridos y posteriormente sufrir el ataque enzimático (Svendsen, 1976; Plaza, 1995).

El estómago del cerdo es relativamente grande en relación con la capacidad total del tubo digestivo. Su mucosa está dividida en varias áreas diferentes, cuya distribución es aproximadamente la que sigue: esofágica 5%; cardial 30%; fundica 45% y pilórica 20% (Hill, 1977; Plaza, 1995).

A medida que el jugo gástrico se mezcla con los alimentos, el pH desciende, con lo que inhibe la acción de la amilasa, pero se estimula la de la pepsina, que tiene su pH óptimo alrededor de 2. Durante esta fase amiloproteolítica, son degradados el almidón y las proteínas. El estómago puede dividirse en tres zonas: cardial, fundica y pilórica. El jugo gástrico total está compuesto de las secreciones de las tres partes del estómago. El cardias y el píloro segregan jugo neutro o ligeramente alcalino, mientras que la fundica es muy ácido (Svendsen, 1976).

La digestión enzimática gástrica parece tener poca importancia hasta que el cerdo tiene unas cuatro semanas, pero desde entonces existe una considerable secreción de jugo gástrico muy ácido con apreciable actividad proteolítica. En cerdos de cuatro a cinco semanas de edad se observaron secreciones de más de 11 ml./h. La excreción del jugo pancreático del intestino por ligadura del conducto reduce en los lechones la digestibilidad de la sustancia seca y de las proteínas (Hill, 1977).

El intestino delgado se compone de duodeno, yeyuno e íleon. En el duodeno desemboca dos glándulas importantes: el hígado y el páncreas. La bilis procedente del hígado está compuesta de fosfolípidos (colesterol) y los pigmentos

bilirrubina y biliverdina. Es ligeramente alcalina. La secreción pancreática contiene varias enzimas proteolíticas y amilolíticas. La alcalinidad la proporciona el bicarbonato, consiguiéndose así neutralizar la digesta acida procedente del estómago.

La amilasa pancreática es capaz de convertir el almidón en el disacárido maltosa, que posteriormente se desdobra hasta glucosa gracias a la enzima maltasa, secretada también en el páncreas. En el cerdo la digestión intestinal continua en el intestino grueso gracias a la acción de las enzimas bacterianas. Para el cerdo, la celulosa de los alimentos carece de valor nutritivo; sin embargo, es de gran importancia las síntesis bacteriana de las vitaminas esenciales, particularmente las del complejo B. La adición continua de antibióticos a las raciones de cerdo no ofrece demasiada ventaja (Svendsen, 1976).

Como reportó Hill (1977) y aplicada su opinión a nuestro medio la dieta del lechón destetado es esencialmente de origen vegetal y contiene una gran cantidad de material fácilmente fermentesible, parte del cual experimenta una demolición microbiana en el estomago y el intestino grueso, ha sido demostrado por muchos años que las carnadas destetadas a la edad de dos semanas toleran mejor las dietas basadas en leche que aquellas con soya. Aunque la mayoría de los sistemas enzimáticos están en pleno desarrollo a esta edad, las enzimas pancreáticas son particularmente insuficientes (Pekas, 1991).

Lloyd *et al.* (1982) demostró que la actividad proteolítica gástrica, y las actividades de la tripsina y la quimiotripsina pancreática no son consistentemente funcionales hasta las 3 semanas de edad. Lindemann, (1986) concluyó que las enzimas proteolíticas en la mucosa gástrica y el tejido pancotico no deben limitar la respuesta animal, con la posible excepción de los primeros días después del destete a las 4 semanas de edad.

El destete causa cambios morfológicos en el intestino del lechón que se asocian mas a problemas enzimáticos que a absortivos. El largo de la

vellosidad intestinal es disminuido hasta el 50% en lechones de 4 a 6 semanas de edad dentro de los primeros 5 días post - destete. Estudiando lechones destetados a los 21 días de edad se observó que la actividad proteolítica del estomago disminuyó para luego recuperar.

La actividad proteolítica del páncreas se incrementa pero su secreción a la luz intestinal es mínima hasta los 22 días de edad. En realidad la actividad proteolítica gástrica e intestinal aumenta considerablemente dentro de los 6 días postdestete. La actividad de la tripsina se duplicó en la primera semana del destete sobre todo cuando recibe dieta basado en harina de soya (Pekas, 1991).

4.9.3. Absorción

Se conoce con el nombre de absorción al paso de las sustancias a las vías hemática y linfática. Como el tracto gastrointestinal se halla revestido de epitelio, todas las sustancias deben atravesarlo en su camino hacia la vía hemática, lo cual se realiza por difusión, osmosis y transporte activo. Es de gran importancia el hecho de que la mucosa del intestino de los animales recién nacidos sea capaz de tomar incluso, moléculas de proteína no digeridas. La absorción de hidratos de carbono digerible sólo se realiza después de su separación en monosacáridos. Algunas hexosas y pentosas pasan a la sangre por difusión. Con respecto a la glucosa, la fructosa y la galactosa se utilizan mecanismos de transporte activo (Wittke, 1978).

4.9.4. Excreción

Aparte de los agregados del tracto intestinal en forma de secreciones y células de la mucosa, esta consiste en los componentes no digeridos e indigeribles del alimento. En conjunto se los denomina heces, las que además contienen gran cantidad de bacterias y sus productos metabólicos

(Wittke, 1978).

Cuando en la ampolla rectal se acumula el contenido intestinal, se inicia el reflejo de defecación, en el que interviene tanto la musculatura voluntaria como la involuntaria. Al relajarse los músculos del esfínter del ano, se vacía el recto por contracción tónica de los músculos de la pared rectal junto a las contracciones de los músculos abdominales (Svendson, 1976).

4.10. LOS ALIMENTOS EN EL CERDO.

4.10.1. MAÍZ COMÚN (*Zea mais*)

El maíz es rico en nutrientes digestibles totales 73 a 84%, esto se debe a que el maíz es rico en grasa 4,4 a 5,1%, la proteína del maíz es de baja calidad por su elevado contenido en zeína que representa el 50% del total de la proteína, ésta es deficiente en triptófano y lisina, aminoácidos de importancia para el crecimiento de los cerdos (Morrison, 1985).

Es pobre en calcio 0,02% y contiene un nivel alto de fósforo (0,23%) una buena parte del mismo aparece ligado con el ácido fítico por lo que es poco utilizable, contiene un 65% de almidón, tiene muy poca fibra 2,5 a 2.9 % y un valor elevado de energía metabolizable (Pond y Manner, 1976).

El grano de maíz es uno de los mejores alimentos para toda clase de ganado cuando se suministra de modo que pueda aprovecharse todas sus ventajas y corregir sus deficiencias, el contenido de proteína bruta del maíz es muy variable y generalmente oscila entre 8 y 13%, aunque últimamente se ha conseguido variedades con cantidades más altas (McDonald *et al.*, 1981).

Dentro de los cereales el maíz es el que aporta mayor energía por su alto contenido de almidón 70 por ciento y grasas 40 por ciento, además de ser fuente de ácidos esenciales como el linoleico (Terranova, 1995).

Según Flores (1990) el grano de maíz puede utilizarse desde 25 %

hasta 80 % de la ración total, esto dependerá de los otros ingredientes que formen la ración. Los cerdos prefieren y aprovechan mejor el maíz que el sorgo; sin embargo, su elección o porcentaje de empleo depende de la disponibilidad de ellos en el mercado, considerando siempre el poder alimenticio en base al precio de cada producto. El maíz contiene de 9 a 10 % de proteína y es muy rico en glúcidos y lípidos, elementos particularmente aprovechables para la producción de carne y grasa porcina; no puede darse como carácter exclusivo de la ración, siendo absolutamente necesario complementarla con sustancias proteicas ricas en triptófano y lisina (Concellón, 1965).

Terranova (1995) afirmó que en condiciones de humedad excesiva en el grano (mayor del 13 por ciento) durante la cosecha y su almacenamiento, asociados con alta temperatura y mucha humedad ambiental, favorecen el crecimiento de hongos, pues permiten el desarrollo de aflatoxinas, ocratoxinas y zearalenona, micotoxinas que afectan severamente el hígado y riñones de los animales. Con las condiciones climáticas de nuestra zona que son altas temperaturas y humedad relativa alta, es necesario el uso de atrapadores de micotoxinas en las dietas para mantener la salud del animal.

El tratamiento técnico incluye la fabricación de copos, la micronización, el tostado y el granulado con vapor. La fabricación de copos se lleva a cabo generalmente con maíz, tratando primero el grano con vapor para prensarlo posteriormente con rodillos hasta conseguir una lámina lo suficientemente fina que es finalmente desecada. Se piensa que el maíz en copos es mejor aceptado por los animales, presentando una digestibilidad ligeramente más alta que el grano sin tratar. En el contexto del tratamiento de los cereales el término micronización es utilizado específicamente para describir el tratamiento de los cereales el término en seco seguido de molturación en un molino de rodillos. En este proceso los gránulos de almidón se hinchan, se fracturan y se gelatinizan haciéndose más susceptible al ataque de las enzimas digestivas. (McDonald *et al.*, 1981).

El cocimiento con calor húmedo produce la ruptura de los gránulos de almidón y un cambio irreversible en la estructura cristalina de la molécula (gelatinización). De este modo se facilita el ataque enzimático. La dextrina que es un producto intermedio que resulta de la hidrólisis, digestión del almidón y de la acción del calor en el almidón, que luego son atacados por la enzima dextrinasa. (Maynard *et al.*, 1979).

El maíz es el grano de cereal más común, se utiliza como fuente de energía en la alimentación de los cerdos, pero es relativamente pobre en proteínas. El maíz puede ser utilizado con éxito como única fuente de energía, pero no como única fuente de alimentación, ya que su contenido proteico es relativamente bajo y pobre en aminoácidos. El contenido mineral del maíz es relativamente pobre, especialmente en calcio (Gowans, 2001).

4.10.2. SORGO (*Sorghum vulgare*)

López (1991), consideró que el sorgo fue domesticado por el hombre para áreas cálidas y secas seleccionándolo para diversos aprovechamientos (grano, forraje, materia prima de bebidas alcohólicas, fibra y otros usos especiales). Es, junto con la cebada, el cuarto cereal más importante del mundo, después del trigo, el arroz y el maíz, y constituye un alimento humano básico en muchas regiones de Asia y de África, destinándose a la alimentación animal en los países desarrollados.

Pond y Maner (1978), manifestaron que el sorgo es una planta rústica capaz de crecer y producir bajo una amplia gama de condiciones ambientales, particularmente en los climas más cálidos y en las regiones tropicales del mundo. El sorgo en grano, al igual que el maíz, es un alimento excelente para los cerdos cuando es suplementado de forma adecuada y se consume de manera correcta. Algunas variedades originales resultan muy poco sabrosas para los cerdos al ser comprobadas debido a su riqueza de

tanino.

Según el Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología de Alimentos (1995), la composición química del grano de sorgo y del maíz son muy similares, como se observa en el cuadro 3:

Cuadro 3. Composición química de granos de Sorgo y Maíz

Especie	% Prot. Dig.	% fibra	% grasa	Carotenos mg/Kg	NTD %
SORGO	6,2	4,1	3,9	2	79
MAÍZ	6,9	2,5	5	21	88

Fuente: Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología de Alimentos CIDTA (1995).

Según el Centro de Investigación Agrícola " Alberto Boerger" (1974), la cantidad de proteína es similar en ambos granos. Sin embargo, el contenido de proteína del grano varía considerablemente, tanto en el sorgo como en el maíz, principalmente debido a la influencia del medio ambiente y factores de manejo, y en menor grado por la influencia del híbrido o variedad. Generalmente tiende a bajar a medida que aumentan los rendimientos, mientras que la fertilización nitrogenada lo incrementa.

El sorgo tiene un contenido ligeramente menor en grasas y ligeramente mayor en fibras, pero esto no llega a ser un factor limitante para raciones de alta proporción de concentrados.

La mayor diferencia con el maíz se da en el contenido de pigmentos carotenoides (provitamina A), siendo muy bajas las cantidades en el sorgo normal. Con la obtención de variedades de sorgo de endosperma amarillo se ha logrado incrementar el contenido a 10 mg./Kg. (Acurero, 2001).

El valor nutritivo del grano de sorgo varía desde 87 hasta 95 % del maíz, según variedades, sistemas de alimentación utilizados, tipo de producción y especie alimentada (Labala, 2003).

Albiñana (1984), señala que comparativamente con el maíz la composición del grano de sorgo es la siguiente:

Cuadro 4. Análisis Bromatológico del maíz y sorgo

Componente	Unidad	Sorgo	Maíz
Proteínas	%	7,6 - 12	9,8
Extracto etéreo (grasa)	%	3,1 - 4,5	4,6
Fibra celulósica	%	2,0 - 3,0	2,3
Cenizas	%	1,4 - 3,9	1,3
Extracto no nitrogenado (hidratos de	%	78,6	82
Energía disponible	Kcal./kg.	3450	3600

Fuente: Albiñana (1984)

Albiñana (1984), indico que las proteínas tienen sus propiedades físicas, actividad biológica y valor nutritivo, en función de los aminoácidos de que están formadas, de las propiedades de estos y de la manera en que están enlazados en la molécula.

En líneas generales puede decirse que el grano de sorgo es pobre en proteínas como lo son los diversos cereales, y en cuanto a los aminoácidos constituyentes de estas, el sorgo es pobre en Lisina, Treonina, Metionina y Glicina, cuyo porcentaje no llega a la mitad de lo requerido por las normas alimenticias dadas por la F.A.O., no así con el Triptófano, que llega a alcanzar lo requerido por la misma. En la elaboración de piensos esta falta de contenidos de proteínas se subsana mezclando la harina del grano de sorgo con harina del grano de soya cuyo contenido de proteínas llega a ser de un 60 %.

De acuerdo con Wall *et al.* (1975), el sorgo tiene muchas proteínas que presentan distintas propiedades físicas, actividades biológicas y valores

nutritivos. Aunque generalmente las proteínas vegetales están compuestas solo por 20 aminoácidos diferentes, esos aminoácidos se pueden enlazar en distintas proporciones y secuencias para formar grandes cadenas proteicas. La forma, solubilidad, digestibilidad y valor nutritivo de las moléculas de proteína dependen de la composición y disposición de sus aminoácidos por los seres humanos, el ganado no rumiante ni las aves de corral, son constituyentes esenciales de las dietas para mantener la vida. La creación de los analizadores automáticos de aminoácidos, para aplicarlos a los hidrolizados ácidos de proteínas, contribuyo a una rápida ampliación de los conocimientos sobre las proteínas del sorgo.

4.10.3. SOYA (Glicine max)

La semilla de soya contiene 160 a 210 g/kg. de aceite que se extrae normalmente con disolventes, obtenida mediante la trituración y el calentamiento del grano con el fin de extraer el aceite, ésta sin el aceite contiene altos niveles de proteína. Este proceso es con el fin de eliminar los inhibidores de la tripsina que disminuyen la digestibilidad de las proteínas (Terranova, 1995).

Dale (1988) menciona que afortunadamente estos factores tóxicos son sensibles a la temperatura y se destruyen mediante un proceso térmico adecuado. Por otro lado, el calentamiento excesivo también tiene un efecto nocivo sobre el rendimiento productivo, ya que disminuye la disponibilidad de aminoácidos principalmente la lisina, arginina, triptófano y la cistina (Easter, 1993).

Buitrago *et al.* (1992) mencionaron que el parámetro de producción donde generalmente se evidencia con mayor claridad el efecto positivo de las raciones con grano de soya es la eficiencia de la conversión alimenticia. Una mejor eficiencia de conversión, baja los costos de alimentación y acorta el tiempo de salida al mercado de los cerdos de crecimiento y engorde.

Los inhibidores de la proteasa son responsables en parte, del retraso en el crecimiento que produce la administración de soya cruda o harina de soya sin tostar, los inhibidores son inactivados por el tratamiento térmico lo que explica la preferencia que se da a la harina tostada para la alimentación de los animales (McDonald *et al.*, 1981).

La soya tiene una serie de sustancias tóxicas estimulantes e inhibidoras, entre las que incluyen: alérgenos, bociógenos y anticoagulantes, de particular importancia en la nutrición, son los inhibidores de la proteasa de los cuales se han identificado unos seis diferentes, de esos el factor antitripsina Kunitz y el inhibidor Bolwman birtz de la quimiotripsina tiene importancia practica (Maynard *et al.*, 1979).

4.10.4. SOYA INTEGRAL

La harina integral de soya (HIS), es el grano de soya sometido a métodos de procesamiento que permiten lograr dos objetivos principales: La desactivación de los factores antinutricionales que tiene el grano en estado natural y lograr la disponibilidad de los elementos nutritivos de la soya. La HIS es una fuente rica en proteína y energía, así como de aminoácidos y ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas. El nivel de proteína varia del 36 a 40% dependiendo de la variedad del grano y el nivel de aceite presente (Torero, 1997).

El grano de soya cruda contiene una sustancia, la soyina que inhibe la acción de la tripsina y la erepsina, enzimas que hacen posible la utilización de la metionina y la cistina. La cocción destruye la soyina y permite la acción de la tripsina y la erepsina; de esta manera, se asimila totalmente la proteína de la soya. El punto óptimo se alcanza cuando el grano queda tostado y suelto el tegumento que la protege. Luego se muele el grano y se mezcla con los demás ingredientes de la ración (Pinheiro, 1973)

La semilla de soya es una excelente fuente de proteína para los cerdos, pero

para su utilización es necesario un proceso de calentamiento (tostar o cocer), para eliminar el factor inhibidor de la tripsina. El contenido proteico de la harina de semilla de soya varía de 35-38 % (Cuellar, 2003).

4.10.5. SOYA SOLVENTE

La torta de soya (Soya solvente) es la harina procedente de los métodos de extrusión, suele garantizarse una riqueza en proteínas del 41 %, pero en ocasiones se garantiza una riqueza de 43 % o aun mayor. La harina de torta de soya procedente de la extracción del aceite por medio de disolvente, suele venderse con una riqueza garantizada de proteínas de 44.0 %, y contiene como promedio 46.1 % de proteínas.

La harina de torta de soya procedente de la extracción del aceite por extrusión, con 41 por ciento de proteínas, tiene una riqueza media en grasa de 5.3, mientras que el procedente de la extracción con disolventes sólo posee uno por ciento de grasa. La torta de soja posee menos fibras que la de algodón o de la linaza.

Su digestibilidad es elevada y contiene una cantidad ligeramente mayor de principios nutritivos digestibles totales que la torta de algodón y de linaza. La harina de torta de soya obtenida por extrusión contiene, como promedio 78,4 por ciento de principios digestibles totales y aunque la de extracción con disolventes contiene mucho menos grasa, su riqueza en dichos principios nutritivos digestibles totales parece ser la misma (Morrison, 1985).

Es el suplemento proteico más utilizado en la alimentación de los cerdos. La harina de soya es de excelente calidad y superior a otros complementos proteicos de origen vegetal. La soya es un residuo que queda después de la extracción del aceite de las semillas oleaginosas, ya sea por medio de presión mecánica o por solvente. Su contenido proteico varía de 41 – 50 % (Baker, 1997).

4.10.6. RAMIO (*Boehmeria nivea* L.)

De acuerdo a Do Santos *et al.* 1995, Gómez 1968, el ramio es una planta de crecimiento rápido que responde a la poda periódica con rebrotes vigorosos. Tradicionalmente, se cultiva en Asia y en América a gran escala para la producción de fibra natural de uso en la industria textil. Con alguna frecuencia se cultiva también para la producción de forraje como fuente de proteína en la alimentación de ganado bovino, ovino, caprinos, cerdos y pollos.

El ramio (*Boehmeria nivea* L.) se ha dispersado por los trópicos americanos especialmente en Centro América y Brasil, y en muchas áreas se propaga como maleza. Se le emplea en la alimentación animal: las raíces rizomatosas para alimento de cerdos, las hojas y tallos nuevos, también van muy bien en la nutrición porcina y avícola, con alto contenido de proteína es también muy interesante para alimentación de vacunos, especialmente en hatos lecheros.

Cuadro 5. Clasificación taxonómica de ramio (*Boehmeria nivea* L.)

Reino:	Vegetal
Filo:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Urticales
Familia:	Urticáceas
Genero:	<i>Boehmeria</i>
Especie:	<i>nivea</i>
Fuente:	Do Santos <i>et al.</i> 1995

4.10.6.1. EL RAMIO (*Boehmeria nivea* L.) COMO PLANTA FORRAJERA

El ramio (*Boehmeria nivea* L.) presenta características apropiadas para ser un elemento fundamental en la producción de forraje para todo tipo de actividad pecuaria debido a su alto contenido de proteína y minerales complementado con su alta adaptabilidad a climas tropicales que permite obtener hasta 300 t/ha de materia verde bajo programas de riego y fertilización (Anónimo, 1999).

Según Acosta (1997) en Venezuela la búsqueda de materias primas que ofrezcan la alternativa de sustituir a los ingredientes importados, como la harina de soya, ha abierto la posibilidad de considerar algunos cultivos de claras ventajas agroecológicas en el medio tropical. En ese contexto se ubica el ramio (*Boehmeria nivea* L.), una urticácea que ha sido considerada como una fuente promisoría en la alimentación de aves en virtud de su valor nutricional. Al respecto varios autores le han asignado promedios de proteína entre 24 y 28 %, MS., resaltando igualmente valores de calcio y magnesio que promedian 5.8 y 0.78 % respectivamente, valores que superan a los máximos encontrados en cualquier otra planta forrajera. Es de hacer notar que al aumentar la edad de corte se incrementa el contenido de fibra, razón por la cual se obtiene mejores valores de proteína y otros nutrientes se encuentran en el ramio cortado.

Rosales (1997) citó que en Colombia se comenzó a utilizar en la alimentación animal a partir de los años 70. Siendo recomendado en mezcla con forrajes en caprinos, en acabado de cerdos. En aves, particularmente en gallinas ponedoras se han logrado resultados positivos en la coloración de la yema.

Para Blasco y Bohórquez (1967) y Rodríguez (1968) el ramio (*Boehmeria nivea* L.) tiene un contenido de proteína que varía entre 10 a 18% en base seca y la digestibilidad in vitro va de 65% al 75 %.

Do Santos *et al.* (1995) afirmó que el ramio (*Boehmeria nivea L.*) se cultiva para la producción de forraje especialmente porque las hojas han mostrado buenas características organolépticas y son de alto consumo para los rumiantes.

En Santa Cruz en los años 1969 -1974 la lechería del Sr. Mantorani ubicada a 8 km. aproximadamente de la ciudad sobre la carretera al norte utilizaba el ramio (***Boehmeria nivea L.***) como forraje de corte para la producción en ganado lechero mostrando resultados satisfactorios en una superficie de aproximadamente 5000 mts² (Castedo, 2004).

VALORES NUTRICIONALES

Cuadro 6. Análisis Bromatológico del ramio (*Boehmeria nivea L.*)

Fuente: FAO

Componente	% (MS)
Materia seca	87.7
Proteína cruda	20.4
Fibra cruda	19.2
Extracto etéreo	1.2
Fibra detergente Neutro	43.2
Fibra detergente ácido	39.3
Calcio	2.5
Fósforo	0.6

Fuente: Iraida R. de Acosta.1996.

Cuadro 7. Análisis Bromatológico de Ramio (*Boehmeria nivea* L.) en el Dpto. de Santa Cruz

Parámetros	% (MS)
Materia Seca Total	20.3
Ceniza	17.2
Proteína Bruta	19.8
Fibra Bruta	17.3
Extracto etéreo	1.50
Fósforo total	0.26
Calcio	0.72

Fuente: CIDTA /U.A.G.R.M. (2005).

Cuadro 8. Composición centesimal aproximada de algunos minerales presentes en harina de hojas de ramio (deshidratadas)

Componente	Cantidad	Minerales	Cantidad
Agua (%)	8,58	Calcio (%)	5,74
Proteína (% N x 6,25)	21,00	Magnesio (%)	0,87
Lípidos (%)	4,10	Potasio (%)	0,93
Cenizas (%)	20,87	Fósforo (%)	0,16
Carbohidratos totales	45,45	Hierro (mg/%)	34,50
		Cobre (mg/%)	0,69
		Zinc (mg/%)	3,42

Fuente: DE ALMEIDA. 1997.

Cuadro 9. Composición en aminoácidos de harina de hojas de ramio en el padrón de referencia de la academia norte-americana de ciencias (NAS)

Fuente: DE ALMEIDA. 1997.

Aminoácidos esenciales	Proteína de ramio (g/100 g)	Ref. (NAS)	Aminoácidos no esenciales	Proteína de ramio (g/100 g)
Treonina	4,50	3,50	Cisteína	rastros
Valina	4,59	4,80	Tirosina	1,17
Isoleucina	5,16	4,20	Arginina	5,60
Leucina	8,66	7,00	Alanina	5,97
Histidina	2,06	1,70	Glicina	5,32
Lisina	6,81	5,10	Prolina	4,78
Fenilalanina	5,82	-	Serina	4,13
Metionina	1,27 ¹	-	Ácido glutámico	13,27
Triptofano	ND ²	1,10	Ácido aspártico	18,77
Metionina + cistina	1,27 ¹	2,60		
Fenilalanina + tirosina	6,99	7,30		

¹ Aminoácidos limitantes.

² No - determinado.

Cuadro 10. Como % de Materia Seca

	MS	PB	FB	Cen.	EE	ELN	Ca	P
Harina de hoja y de puntas, EE.UU.	91.7	21.0	16.6	14.8	4.0	43.6	4.90	0.27
Forraje fresco 25 cm. Colombia		30.1	13.1	18.2	4.4	34.2		
Forraje seco, 40 cm. Guatemala	96.1	22.4	11.9	17.7	3.2	44.8	4.5	0.14
forraje, 4 semanas 95 cm. Tailandia	13.9	15.1	26.6	16.5	3.6	38.2		
forraje, 6 semanas 115 cm. Tailandia	16.2	11.1	29.0	15.4	4.3	40.2	3.70	0.31
Harina de hoja, Sudan	90.3	22.7	11.3	18.8	8.6	38.6	4.90	0.41

Fuente: DE ALMEIDA. 1997.

4.10.6.2. DIGESTIBILIDAD

Cuadro 11. Digestibilidad en algunos animales

	Animal	PB	FB	EE	ELN	EM
Fresco, 4 semanas	Ovinos	56.0	45.0	48.0	39.0	1.47
Fresco, 6 semanas	Ovinos	46.0	49.0	23.0	53.0	1.58
Harina de hoja	Caprinos	56.2	32.6	40.0	47.2	1.61

Fuente: DE ALMEIDA. 1997.

El ramio (*Boehmeria nivea L.*) puede usarse como una fuente de forraje, cuando su contenido de proteína se incrementa entre los 45 y 60 días después de la siembra o del último corte (Manual Agropecuario 2002).

Según J. Elizondo (2002), el porcentaje de materia seca se incrementa a medida que aumenta la edad del rebrote o el intervalo de tiempo entre podas sucesivas. La calidad nutricional de la hoja de ramio, disminuye a medida que aumenta la edad del rebrote, pues el porcentaje de proteína cruda y fibra neutra detergente también disminuyen.

El follaje del ramio presenta contenidos de proteína cruda superiores a la mayoría de alimentos balanceados que se encuentran en el mercado nacional, lo que constituye una excelente fuente de alimentación animal. En términos generales las hojas presentan un mayor contenido de materia seca y proteína cruda que los tallos.

Elizondo 2002, sostienen que el rendimiento de biomasa, la materia seca de tallos y hojas, aumenta a medida que aumenta la edad del rebrote o el intervalo de tiempo entre podas sucesivas. Con altas frecuencias de poda (cortos intervalos entre cortes) se obtuvo forraje con alta proporción de hojas. Al disminuir la frecuencia de poda (largos intervalos entre cortes) se deteriora la relación hoja: tallo, reduciendo su valor forrajero.

El Ramio (*Boehmeria nivea L.*) es una planta arbustiva perenne de la familia de las urticáceas, ha sido utilizada en alimentación de varias especies animales entre ellas bovinos, aves y cerdos. Su valor nutritivo disminuye a medida que aumenta su edad siendo similar su composición entre los 30 y 45 días de rebrote (Materia seca 19.88 %, Proteína 26.22 %, Grasa 4.74 %, Fibra 24.41 %, Cenizas 15.15 % y E.N.N. 29.39 %). Como se observa un factor limitante para la alimentación en monogástricos es el alto contenido de fibra, el cual da volumen al alimento, impidiendo que el cerdo o el ave puedan asimilar otros nutrientes.

Estudios acerca del uso de Ramio fresco picado en alimentación de porcinos suplementado con preparaciones de maíz fortificado (96% de maíz, 3.3% de harina de hueso, 0.5 % de sal yodada y 0.2 % de premezcla de vitaminas y 10 minerales) se obtuvieron aumentos diarios de peso de 303, 462 y 503 g. en las etapas de levante, desarrollo y ceba respectivamente (De Almeida, 1997).

4.10.7. CONDICIONES AMBIENTALES

4.10.7.1. CLIMA

Boschini 2002, Sostiene que el ramio (*Boehmeria nivea L.*) es una planta tropical, es tolerante a sequías moderadas, asimismo sostiene que un mejor desarrollo se obtiene entre los 200 y 1800 msnm, con respecto a precipitaciones requiere de 800 a 1000 mm. en forma distribuida en la etapa de crecimiento.

Para C. Boschini 2002, el ramio (*Boehmeria nivea L.*) es una planta susceptible a temperaturas por debajo de 17 °C, por ello se desarrolla mejor a una temperatura de 20 °C a 33 °C.

4.10.7.2. SUELOS

Gómez (1987) indican que el ramio (*Boehmeria nivea L.*) es una planta muy rustica y se adapta a cualquier tipo de suelo, pero obtiene mayor desarrollo en suelos franco arenosos, requiere de suelos de textura franca aireados, con un ph de 5.2 a 6.0.

Es una especie que se adapta bien a suelos con una textura franca, franco-arcillosa o franco-limo-arcillosa, que deben poseer grandes cantidades de materia orgánica y muy buen drenaje, con un pH que tiende a la neutralidad. Se desarrolla en forma óptima en un rango de temperatura que va de 15 C a 28 C. de temperaturas medias anuales. (Manual Agropecuario, 2002).

4.11. ALTERACIONES RELACIONADAS CON LA NUTRICIÓN

La gastroenteritis coliforme debe ser siempre la primera consideración en los lechones que tienen diarrea o mueren en un periodo de 3 a 10, tras algún cambio en la alimentación o el manejo. La disentería porcina y la salmonelosis se manifiestan también con diarrea y muerte, pero sin guardar necesariamente relación con el destete o el cambio de la alimentación, y siendo ambas mas frecuente en cerdos mayores.

El suministro de hierro en forma experimental a los lechones recién nacidos podría incrementar su susceptibilidad a la colibacilosis entérica. La importancia primordial de la neumonía enzoótica radica en sus efectos económicos en la crianza de porcinos. La enfermedad afecta en forma adversa la eficiencia de la conversión alimenticia y la tasa diaria de ganancia de peso. En brotes de diarreas de lechones neonatales, entre los enteropatógenos que suelen estar presente en las heces se incluyen: el virus de la gastroenteritis transmisible (TGE), E. Coli enterotoxigénica, especies de Isosporas, Rotavirus, Clostridium perfringes tipo C y Adenovirus.

La colibacilosis entérica es la principal enfermedad de los lechones destetados inmediatamente tras el nacimiento y criado con sustituto lácteo. Una evaluación reciente sobre el efecto de la neumonía enzoótica porcina sobre el crecimiento, reveló una reducción en la tasa de crecimiento de aproximadamente el 16 por 100 entre los 10 y 25 Kg. De peso corporal. En cerdos lactantes y en crecimiento se produce artritis micoplásmica a causa de situaciones de stress como el destete y cambio de la alimentación. (Blood y Radostitis, 1992; Flores, 1991)

V. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

Tomando en cuenta los objetivos planteados y la información obtenida en la literatura consultada, se tienen los siguientes juegos de hipótesis:

➤ **Para la ganancia de peso total durante los dos meses de prueba**

Ho: La ganancia de peso total en cerdos que consumen cada una de las cuatro dietas (A, B, C y D) es semejante.

Ha: La ganancia de peso total en cerdos que consumen las dietas A, B, C y D, es diferente para al menos uno de los tratamientos en prueba.

➤ **Para la ganancia promedio diaria de peso**

Ho: La ganancia de peso promedio diaria en cerdos que consumen cada una de las cuatro dietas (A, B, C y D) es semejante para todos los tratamientos.

Ha: La ganancia de peso promedio diaria en cerdos que consumen las dietas A, B, C y D, es diferente para al menos uno de los cuatro tratamientos.

➤ **Para la conversión alimenticia**

Ho: La conversión alimenticia en cerdos que consumen cada una de las cuatro dietas (A, B, C y D) es semejante para todos los tratamientos.

Ha: La conversión alimenticia en cerdos que consumen las dietas A, B, C y D, es diferente para al menos uno de los cuatro tratamientos.

5.1. VARIABLES

Variables independientes : Dietas con y sin ramio

Variables dependientes : Ganancia de peso total, ganancia promedio/día y conversión alimenticia.

VI. MATERIALES Y METODOLOGÍA

6.1. UBICACIÓN ESPACIO TEMPORAL DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo de investigación se realizó en la granja experimental de “El Prado” dependiente de la UAGRM, la misma que está ubicada en la provincia Warnes del Departamento de Santa Cruz – Bolivia. El clima de esta región es considerado como subtropical húmedo, cuya temperatura media anual es de 23.4 °C, y tiene una precipitación pluvial promedio anual de 1168.4 mm.; así mismo la humedad relativa del aire es del 68.3 % (S. Meteorología el Vallecito, 2006). Las coordenadas para la zona son: 17° 30’ de latitud sur y 69° 9’ de longitud oeste, y la altura promedio es de 430 msnm. El experimento tuvo una duración de dos meses y se ejecutó entre el 22 de diciembre del 2005 y el 20 de febrero del 2006

6.2. RECURSOS FÍSICOS

Para la realización del experimento se utilizaron los siguientes materiales:

- Ingredientes para la elaboración del alimento.
- Tres balanzas (una para granos, otra para aditivos y la tercera para pesar los animales).
- Equipos para la desinfección de instalaciones.
- Antiparasitarios.
- Corrales debidamente equipados (comederos, bebederos), con piso de cemento y cielo cubierto.
- Computadora, material de escritorio, cámara fotográfica, bitácora y una calculadora.

6.3. SEMOVIENTES

Se utilizaron 32 cerdos (machos y hembras) provenientes de cuatro camadas distintas, cuyo peso promedio inicial fue de 17 kg.

6.4. DISEÑO DE TRATAMIENTOS

Para evaluar la influencia del ramio sobre la ganancia de peso y la conversión alimenticia en cerdos que se encuentran en etapa de crecimiento y acabado, se utilizaron cuatro tratamientos:

- Dieta A: Alimento balanceado (AB) sin ramio, (Testigo, Tratamiento 1).
- Dieta B: Alimento balanceado con heno de ramio, (Tratamiento 2).
- Dieta C: Dieta testigo + hoja verde de ramio, (Tratamiento 3).
- Dieta D: Dieta testigo + tallo y hoja verde de ramio, (Tratamiento 4).

Cada tratamiento tuvo 4 repeticiones, así mismo hubo dos animales por repetición. La composición cuantitativa y cualitativa de las dietas utilizadas en el experimento fue como sigue:

Cuadro 12. DIETA CERDOS 15 – 45 Kg.

INGREDIENTES	DIETA A%*	DIETA B%
Maíz	32,13	31,2
Sorgo	30	30
harina de soja	27,5	22,2
Soya integral	6,5	10
Ramio	0	3
Harina de hueso	1,5	1,5
Foscalcio 20	0,95	0,95
Calcita 30%	0,7	0,45
Sal	0,44	0,4
Premix cerdo C1	0,15	0,15
Lisina	0,1	0,1
Metionina	0,03	0,05
Total	100	100

* Dieta C = Dieta A + hojas de ramio verde

Dieta D = Dieta A + hojas y tallo de ramio verde

COMPOSICIÓN QUÍMICA

NUTRIENTES	DIETA A	DIETA B
ED Cerdos Kcal/Kg	3319,81	3244,98
EM Cerdos Kcal/Kg	3147,93	3152,00
Proteína Cruda %	20,72	20,11
Grasa %	3,61	4,25
Fibra %	3,54	3,88
Ceniza %	3,19	3,04
Lisina Dig. %	0,99	0,92
Met + Cys Dig. %	0,59	0,58
Calcio %	0,88	0,85
Sodio %	0,21	0,21
Fosforo %	0,73	0,71
Potasio %	0,48	0,79
Cloro %	0,33	0,33
Colina mg/Kg	1386,58	1321,28
Magnesio %	0,22	0,22
Treonina Dig. %	0,66	0,62

Cuadro 13. DIETA CERDOS 45 – 90 Kg.

INGREDIENTES	DIETA A%*	DIETA B%
Maíz	30	30
Sorgo	42,42	42,02
Harina de soja	23,8	22,3
Ramio	0	2
Foscalcio 20	1,4	1,4
Calcita 30%	1,4	1,3
Sal	0,43	0,43
Premix cerdo C2	0,4	0,4
Lisina	0,15	0,15
Total	100	100

* Dieta C = Dieta A + hojas de ramio verde

Dieta D = Dieta A + hojas y tallo de ramio verde

COMPOSICIÓN QUÍMICA

NUTRIENTES	DIETA A	DIETA B
ED Cerdos Kcal/Kg	3275,18	3210,49
EM Cerdos Kcal/Kg	3114,37	3100,85
Proteína Cruda %	17,66	17,33
Grasa %	2,67	2,71
Fibra %	3,10	3,33
Ceniza %	2,76	2,66
Lisina Dig. %	0,84	0,80
Met + Cys Dig. %	0,52	0,50
Calcio %	0,81	0,81
Sodio %	0,20	0,20
Fosforo %	0,63	0,62
Potasio %	0,70	0,67
Cloro %	0,35	0,34
Colina mg/Kg	1137,53	1093,67
Magnesio %	0,24	0,24
Treonina Dig. %	0,56	0,54

La suplementación de ramio al tratamiento testigo como follaje verde fue a voluntad.

6.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Debido a que las unidades experimentales no fueron homogéneas, se utilizó un diseño en cuadro latino (4 x 4), donde las columnas fueron las camadas y las hileras el peso de los cerdos al inicio del experimento. Para garantizar la independencia de eventos, dentro de cada bloque los tratamientos se asignaron al azar a cada unidad experimental.

6.6. MODELO ESTADÍSTICO LINEAL

Para efectuar el análisis de la variancia (ANDEVA) del conjunto de datos, el modelo estadístico lineal utilizado para evaluar el comportamiento de las variables en estudio, fue como sigue:

$$Y_{ijk} = \mu + H_i + C_j + D_k + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta (ganancia de peso total, ganancia diaria y conversión).

μ = Efecto de los factores constantes

H_i = Efecto del peso i ($i = 1, 2, 3$ y 4)

C_j = Efecto de la camada j ($j = 1, 2, 3$ y 4)

D_k = Efecto de la dieta k ($k = 1, 2, 3$ y 4)

ε_{ijk} = Error experimental observado en los cerdos que consumieron la dieta k y se encuentran en la columna j y la hilera i .

Para facilitar las operaciones de cálculo se utilizó el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System, Versión 8.1, 2002); así mismo, con la finalidad de minimizar la probabilidad de cometer error tipo I, se utilizó un α 0.01, y para la comparación de medias se aplicó la prueba de Tukey al nivel del 0.05.

6.7. MANEJO DE ANIMALES Y DIETAS DURANTE EL EXPERIMENTO

Durante la fase de ejecución del experimento cada unidad experimental (dos cerdos) permaneció en un corral debidamente equipado con bebedero y comedero. Previo a la realización de la prueba todos los animales fueron desparasitados. El agua y el alimento se ofertaron a voluntad; así mismo para conocer el consumo todos los días se pesó el alimento ofrecido y rechazado. Para evaluar el comportamiento productivo de los cerdos, se pesaron todos al inicio y luego cada 15 días hasta finalizar el experimento.

6.8. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Por las características antes mencionadas, el presente trabajo de investigación fue de tipo prospectivo, longitudinal, comparativo (de causa a efecto) y experimental.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la evaluación estadística (ANDEVA) de las variables ganancia de peso total (60 días), ganancia promedio diaria y conversión alimenticia, debido a que el F calculado fue ampliamente superior al F de tablas se rechazó H_0 ($P \leq 0.01$).

En la comparación de medias con la prueba de Tukey para la ganancia de peso total (60 días), se observó que las cuatro dietas promueven incrementos de peso diferentes en las fases de crecimiento y acabado ($P \leq 0.05$); siendo los cerdos que consumieron la dieta C (Dieta testigo + hoja verde de ramio) los que presentaron una mayor ganancia de peso ($P \leq 0.05$), y los animales que no recibieron ramio (Dieta A, testigo) fueron los que tuvieron una menor ganancia que el resto ($P \leq 0.05$). Así mismo los suinos que se alimentaron con la dieta D (Dieta testigo + tallo y hoja verde de ramio), tuvieron un aumento de peso mayor (Cuadro 14) que aquellos del tratamiento 2 (Dieta B, Alimento balanceado con heno de ramio). Entre los animales que recibieron ramio, los del tratamiento 3 (Dieta testigo + hoja verde de ramio), tuvieron una mejor respuesta productiva que los demás, obviamente debido a que la dieta de estos animales presentó un menor nivel de fibra (hojas sin tallo), por tanto poseen una mayor cantidad de nutrientes digestibles totales.

Cuadro 14. Comportamiento de las variables evaluadas en el experimento

Variables	Tratamientos			
	Dieta A	Dieta B	Dieta C	Dieta D
Peso inicial (kg)	17,125 ± 0,20	15,625 ± 0,25	17,250 ± 0,12	20,625 ± 0,23
Peso final (kg)	77,288 ± 0,05	77,544 ± 0,05	88,688 ± 0,03	87,219 ± 0,06
GPT* (kg)	60,163 ± 0,02	61,919 ± 0,01	71,438 ± 0,01	66,594 ± 0,02
GDP** (kg)	1,003 ± 0,02	1,032 ± 0,01	1,191 ± 0,01	1,110 ± 0,02
CA*** (kg)	2,31 ± 0,05	2,25 ± 0,01	2,15 ± 0,01	2,32 ± 0,01
Días a 90 kg	89.73	87.21	75.57	81.08

* Ganancia de peso total durante el periodo (60 días); ** Ganancia promedio diaria de peso

*** Conversión alimenticia.

Las ganancias de peso obtenidas en este experimento fueron superiores a las registradas por Salas *et al.* (1985), quienes alimentaron cerdos con diferentes niveles de harina de hojas de pajarilla (*Leucaena leucocephala*); así mismo Soveron (2000) en cerdos inyectados con Nandrolona tuvieron ganancias de peso menores a los obtenidos en el presente trabajo de investigación.

En cuanto a la ganancia de peso promedio/día, el comportamiento fue semejante al descrito para el periodo de crecimiento y acabado (60 días); es decir los cerdos que tuvieron ramio en su dieta presentaron una mayor ganancia de peso que aquellos que no recibieron este forraje ($P \leq 0.05$). Entre los animales que consumieron dietas con *Bohemeria nivea*, el incremento de peso (Cuadro 14) igualmente fue diferente ($P \leq 0.05$); siendo los cerdos que recibieron AB más hojas verdes de ramio los que aumentaron mas peso, siguiéndoles en este orden los marranos de los tratamientos T4 y T2 respectivamente. Resultados semejantes fueron observados por Corzo *et al.* (2004) en el trópico Venezolano con mestizos Landrace x Yorkshire que consumieron dietas sin suplemento de auyama (*Cucurbita máxima*); Miranda

(2001) y Callaú (2003) reportaron ganancias de peso promedio/día inferiores a las registradas en el presente trabajo de investigación.

En cuanto a la conversión se refiere los cerdos del tratamiento 3 (Dieta testigo + hoja verde de ramio), fueron mas eficientes para convertir el alimento en kilogramos de peso vivo (Cuadro 14) que los demás grupos ($P \leq 0.05$); igualmente los marranos que recibieron la dieta B tuvieron una mejor conversión que los cerdos pertenecientes a los tratamientos 1 y 4 ($P \leq 0.05$); entre éstos últimos (T1 y T4) no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$). Miranda (2001), Callaú (2003) y Corzo *et al.* (2004) reportaron conversiones mayores a las observadas en este experimento.

7.1. ANÁLISIS ECONOMICO

7.1.1. COSTO DEL ALIMENTO EMPLEADO EN EL TRABAJO DE INVESTIGACION

- El costo de los alimentos balanceados para la etapa de crecimiento fueron: Testigo 130,53 \$us por tonelada, lo cual equivale a 0,130 \$us el kilogramo y dieta con heno de ramio 128,8 \$us por tonelada, lo cual equivale a 0.129 \$us el kilogramo.
- El costo de los alimentos balanceados para la etapa de acabado fueron: Testigo 116,95 \$us por tonelada, lo cual equivale a 0,117 \$us el kilogramo y dieta con heno de ramio 114,34 \$us por tonelada, lo cual equivale a 0.114 \$us el kilogramo.

El precio de las dietas esta en relación con el costo de los insumos que lo conforman.

7.1.2. COSTO DE Kg. DE CARNE PRODUCIDO

Para obtener este cálculo se tomo en cuenta los datos Consumo total, Ganancia total y los costos del alimento utilizado en cada tratamiento durante el trabajo. Los resultados fueron los siguientes (Cuadro 15).

Cuadro 15. Costo Kg. de Carne en el Trabajo de Investigación

VARIABLE	TESTIGO	DIETA B	DIETA C		DIETA D	
	DIETA A		TESTIGO	RAMIO	TESTIGO	RAMIO
NUMERO DE LECHONES	8	8	8		8	
CONSUMO DIETA CRECIMIENTO I (Kg.)	480	479,8	476,15	24	480	24
COSTO, Kg DE ALIMENTO (\$us)	0,130	0,129	0,130	0,025	0,130	0,025
SUBTOTAL (\$us)	62,400	61,894	62,500		63,000	
CONSUMO DIETA CRECIMIENTO II (Kg.)	632,22	634,37	617,99	108	625,77	108
COSTO, Kg DE ALIMENTO (\$us)	0,117	0,114	0,117	0,025	0,117	0,025
SUBTOTAL (\$us)	73,970	72,318	75,005		75,915	
COSTO TOTAL DEL ALIMENTO (\$us)	136,370	134,212	137,504		138,915	
GANANCIA TOTAL DE PESO, (Kg.)	481,3	495,35	571,5		532,75	
COSTO Kg. DE CARNE PROD. (\$us)	0,283	0,271	0,241		0,261	

También se puede obtener multiplicando el costo total del alimento por la conversión alimenticia y dividiendo entre dos (Cuadro 16).

Cuadro 16. Costo Kg. de Carne a Través de la Conversión Alimenticia

TRATAMIENTO	TESTIGO	DIETA B	DIETA C	DIETA D
COSTO TOTAL DE ALIMENTO (\$us/Kg.)	0,247	0,243	0,297	0,297
CONVERCIÓN ALIMENTICIA	2,31	2,25	2,15	2,32
COSTO Kg. DE CARNE PROD. (\$us)	0,283	0,271	0,241	0,261

- Para obtener un kilogramo de carne con el grupo Testigo (T – 1) se gasto 0,283 \$us en alimento.
- Para obtener un kilogramo de carne con el tratamiento dos se invirtió un total de 0,271 \$us en alimento es decir 0,012 \$us (4,24%) inferior al testigo.
- Sin embargo, en el grupo T – 3 se invirtió en alimento un total de

0,241 \$us para obtener un kilogramo de carne; este costo es 0,042 \$us (14,84%) menor al testigo y menor que todos los demás.

- En el grupo T – 4 la inversión en alimento fue de 0,261 \$us para obtener un kilogramo de carne es decir 0,022 \$us (7,77%) menor que lo dos primeros.

En cuanto al costo de un kilogramo de carne, los cerdos que tuvieron ramio en su dieta presentaron un costo menor en su alimentación y mayor ganancia de peso que aquellos que no recibieron este forraje ($P \leq 0.05$). Entre los animales que consumieron dietas con *Bohemeria nivea* L., el costo de un kilogramo de carne (Cuadro 15 – 16) igualmente fue diferente ($P \leq 0.05$); siendo los cerdos que recibieron T – 1 mas hojas verdes de ramio (T – 3) los que aumentaron mas peso y su costo de producción fue menor, siguiéndoles en este orden los marranos de los tratamientos T4 y T2 respectivamente. Resultados semejantes fueron observados por Corzo *et al.* (2004) en el trópico Venezolano con mestizos Landrace x Yorkshire que consumieron dietas con suplemento de auyama (Cucurbita máxima).

Se tiene que considerar que en el siguiente análisis de costo, solo se toma en cuenta el valor de los insumos y no así el costo de mano de obra, transporte, infraestructura y sanidad con las que fueron realizadas las dietas y el manejo del experimento; es por esta razón que no son incluidos en el precio final del costo de kilogramos de cerdo producido.

VIII. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el ensayo nos llevan a realizar las siguientes conclusiones:

1. De acuerdo con los resultados del consumo de alimento entre las diferentes raciones se puede concluir que en la suplementación de ramio (Dieta testigo + hoja verde de ramio), existe diferencias altamente significativas ya que el consumo de dicho forraje minimiza el consumo de alimento balanceado.
2. De las cuatro dietas en estudio en cuanto a la ganancia de peso total y diaria (60 días) los resultados obtenidos nos muestran que existe diferencia altamente significativa en las fases de crecimiento y acabado, siendo los cerdos que consumieron la dieta C (Dieta testigo + hoja verde de ramio) los que presentaron una mayor ganancia de peso (Cuadro 14).
3. En cuanto a la conversión alimenticia los cerdos del tratamiento 3 (Dieta testigo + hoja verde de ramio), fueron mas eficientes para convertir el alimento en kilogramos de peso vivo (Cuadro 14).
4. En el aspecto económico se concluye que el tratamiento 3 (Dieta testigo + hoja verde de ramio) que tiene una mayor ganancia de peso, es el más económico.
5. El trabajo de investigación cumplió con los objetivos planteados, sin que se hayan presentado dificultades en su realización; se encontró diferencia significativa entre las variables, se concluye que el ramio es un excelente suplemento para la alimentación de cerdos, tal como lo demuestran los resultados de ganancia de peso, conversión alimenticia y los efectos económicos favorables que se obtienen al utilizar niveles adecuados de ramio.

6. También podemos decir que los aspectos económicos de esta suplementación deben de ser evaluados bajo condiciones prácticas (con mayor número de animales, manejo adecuado y en otras fases del cerdo).

IX. BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, L.** 1996. Evaluación Energética y Digestibilidad del Ramio (*Boehmeria nivea L.*) en Aves. Universidad Central de Venezuela. pp. 45 – 48.
- ACURERO, R. G.** 2001. Evaluación del Grano del Sorgo como Fuente Energética en Raciones para Cerdos. Instituto de Investigación Zootécnica. CENIAP. Maracay – Venezuela. Disponible en:
<http://www.sian.info.ve/porcinos/congreso/III congreso/titulos.htm>
- ALBIÑANA, I. L.** 1984. Sorgo, cultivo y aprovechamiento. 1^{ra} ed. Impreso en México. Editorial Aedos. Barcelona – España. pp. 136 – 414.
- ANÓNIMO.** 1999. Cultivo del Ramio (*Boehmeria nivea L.*). Editorial Acrive. Venezuela. (No. 2) Agricultura y Cría Venezolana. pp. 167 - 169.
- BAKER, R.A et. al.** 1997. Aporte de Nutrientes en la Ración para Cerdos. Traducido por Eliseo Uribe González. Feedstuffs. Disponible en:
<http://www.uach.mx/uach/edu/fz/eliseo.htm>
- BEHM, G. et al.** 1991. Los Aminoácidos en la Nutrición Animal. pp. 27.
- BLASCO, H.** 1967. Algunas Características Químicas del Ramio en el Valle del Cauca. pp. 71 - 77.
- BLOOD, D. C. Y RADOSTITIS, O.M.** 1992. Medicina Veterinaria. Traducido por Colchero. F. Tomo 1. 7^{ma} ed. Editorial Interamericana. D.F. – México. pp. 112 - 690.

BOSCHINI, C. 2002. Rendimiento del Ramio (*Boehmeria nivea L.*) cultivado para forraje. San José – Costa Rica. pp. 31 – 36. Disponible en: <http://www.zootecnocampo.com/documentos/ramio.htm>

BUITRAGO, G. et al. 1992. Calidad Nutricional de la Soya. Agronomía Mesoamericana. Costa Rica. pp. 141 – 145. Disponible en: <http://www.unex.es/botanical.htm>

CASTEDO, R.J. 2004. Evaluación de diferentes forrajeras como fuente energética en raciones para cerdos. Tesis de Grado para optar al Título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas. Carrera de Ingeniería Agronómica. U.A.G.R.M. Santa Cruz – Bolivia. pp.38.

CALLAÚ, S.O. 2003. Evaluación de Diferentes Niveles de Reemplazo de Soya por Harina de Fréjol en la Alimentación de Cerdos en Crecimiento. Tesis de Grado para optar al Título de Ingeniero Agropecuario. Facultad de Ciencias Biológicas. Carrera de Agropecuaria. U.E.B. Santa Cruz – Bolivia. pp. 27 – 33.

CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (CIDTA). 2005. Resultados Fisicoquímicos de Hojas de ramio. Informe N° 372 – 05. pp. 1.

CORZO, M. et al. 2004. Efecto de Diferentes Niveles de Restricción de Alimento Balanceado Sobre el Consumo de Auyama (Cucurbita Maxima) y el Comportamiento Productivo en Cerdos en la Etapa de Engorde. Revista Científica ISSN 07982259. Maracaibo – Venezuela. pp. 5 – 35.

http://www.serbi.luz.edu.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592004010000006&lng=es&nrm=iso

CUELLAR, P. 2003. Alimentación no Convencional de Cerdos Mediante la Utilización de Recursos. Fundación C.I.P.A.V. Disponible en: http://www.zootecnocampo.com/documentos/cerdos_nut.htm

CUNHA T.J. 1967. Alimentación del Cerdo. 2^{da} ed. Editorial Acribia. Zaragoza – España. pp. 42 – 78.

DE ALMEIDA, D. A. et. al. 1997. Composición del Valor Nutritivo de Harina de Hojas de Ramio para Animales Monogástricos. Disponible en: <http://www.pyme.wanadoo.es/nutega/nutacerdos.html>.

DO SANTOS, I. 1995. Milk production in goats fed on increasing amounts of ramie (*Boehmeria nivea L.*). Boletín de Industria Animal. pp. 153 - 159.

EASTER, R.A. 1979. Acerca de los Aminoácidos. Soya noticias. México N° 103.

ELIZONDO J. 2002. Calidad Nutricional de la Planta de Ramio (*Boehmeria nivea L.*) Agronomía Mesoamericana (Costa Rica). pp. 141 – 145.

ESNAOLA, M. 2000. 1^{er} Evento Internacional de Producción Animal en el Trópico. Conferencia Octubre del 2000

FLORES, M. J. A. 1991. Ganado Porcino. Tomo II. 4^{ta} ed. Editorial Limusa. D.F. –México. pp. 857 - 1174.

GÓMEZ, N. 1968. El Ramio en la Producción de Fibra de Excelentes

Cualidades y Fuente de Proteína para la Alimentación Animal. Agricultura Tropical (Colombia) pp. 787 - 790.

GOWANS, J. 2001. Manejo de Alimentación Publicaciones Profesionales C.A. Valencia – Venezuela. Disponible en:
<http://www.pzca.com.ve/vp/articulos/vp43pag44.htm>

HILL, J.K. 1977. Digestión, Absorción y Metabolismo en Fisiología de los Animales Domésticos. Tomo I. 4^{ta} ed. Editorial Aguilar. Madrid - España. pp. 445 - 515 y 530 - 532.

INDUSTRIA PORCINA. 1996. Partridge 21 – 22. Mayo – Junio 1996. Publicación Watt.

KOLB, H.K. 1972. Microfactores en Nutrición Animal. 1^{ra} ed. Editorial Acribia. Zaragoza – España. pp. 64 - 68.

LABALA, J. 2003. Inclusión de Sorgo en Dietas para Cerdos. Agrupación de Consultores en Tecnología del Cerdo. Argentina. Disponible en:
<http://www.porcinocultura.com/articulos/nutricion/inclusion.htm>

LÓPEZ C.R. 1990. Determinación de Costos de Producción de una Explotación Porcina Semi - intensiva en el área Central de Santa Cruz. U.A.G.R.M. pp 50.

LLOYD. L.E., MAC DONALD, B.E. Y CRAMPTON. E.W. 1982. Fundamentos de Nutrición. 1^{ra} ed. Editorial Acribia. Zaragoza – España. pp. 125 – 133.

MAYNARD, L.A., LOOSLI, K.J., HINTZ, F.H. 1979. Nutrición Animal. 7^{ma} ed.

Editorial Interamericana. D.F. – México. pp. 87 – 89; 212 – 225 y 381 – 394.

MANUAL AGROPECUARIO. 2002, Ramio (*Boehmeria nivea L.*), Bogotá - Colombia. pp. 105 – 108.

MIRANDA, R.F. 2001 Evaluación de niveles Crecientes de Afrecho de Arroz en Sustitución del Maíz en Dietas para Cerdos. Tesis de Grado para optar al Titulo de Medico Veterinario Zootecnista. Facultad de Ciencias Veterinarias. Carrera Veterinaria y Zootecnia. U.A.G.R.M. Santa Cruz – Bolivia. pp.32 – 42.

McDONALD, P., EDWARDS, R.A. y GREENHAL, J.F.D. 1981. Nutrición. Animal. Segunda edición. Editorial Acribia. Zaragoza – España. pp 138, 444 y 450 – 451.

MENENDEZ, F.J.A. y GARCÍA A.A., 1990. Ganado Porcino. 2^{da} Ed. México. Editorial Limusa. pp. 571.

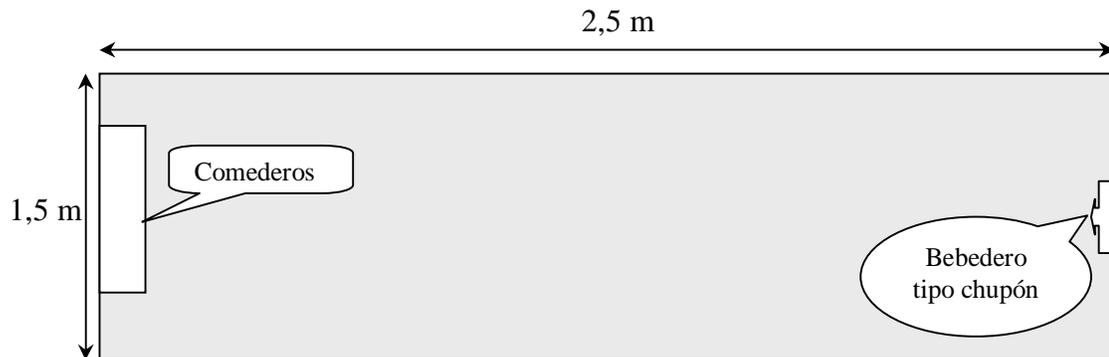
MORRISON, F.B. 1985. Alimento y Alimentación del Ganado. Tomo I. Editorial Uteha. D.F. – México . pp. 146 – 531.

NRC. 1998. Nutrient Allowance Adapted for **AHERNE, F. et al.** Management and Nutrition of the Newly Weaned Pig. In Pork Industry Handbook. Indiana – EE.UU. pp. 111.

PEKAS, J.C. 1991. Digestion and Absorption Capacity and Their Development. In: Swine Nutrition. MILLER, EULLREY, D. y LEWIS, A. (Eds.) Butterworth Heinemann, U.S.A. pp. 37 – 73.

- PENZ, J.A.M.** 2001. Ingredientes Alternativos y Organismos Genéticamente Modificados en Nutrición de Cerdos. Universidad Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – Brasil. pp 45.
- PIE, A.R.** 2001. Necesidades Nutritivas del Cerdo. Editorial Trillas. D.F. – México. pp. 320.
- PINHEIRO, M.L.C.** 1973. Los Cerdos. 1^{ra} Edición. Editorial Hemisferio sur. Buenos Aires - Argentina, pp. 203 – 205 y 441.
- POND, W.G. y MANNER, J.** 1976. Producción de Cerdos en Climas Templados y Tropicales. Traducido por Ducar, M.P. Editorial Acribia. Zaragoza – España. pp. 199 – 203.
- PLAZA, C. M. A.** 1995. Transporte de los Alimentos en el Tracto Digestivo en Fisiología Veterinaria. Editorial Interamericana. México - DF. pp. 528 – 553.
- PRESTON, T. R. AND R.E. MURGUEITIO.** 1994. Strategy for sustainable livestock production in the tropics. CIPAV, Cali - Colombia. pp. 25.
- ROSALES, J.** 1997. Ramio (*Boehmeria nivea L.*) en Dietas Animales. Cali - Colombia. pp. 46 - 49.
- SALAS, R. et al.** 1985. Efectos de la Harina de Hojas de Pajarilla (*Leucaena Leucocephala*) en la Alimentación de Cerdos en Finalización. VI CONGRESO VENEZOLANO DE ZOOTECNIA. Núcleo Universitario Rafael Rangel (N.U.R.R.), ULA, Trujillo – Venezuela. pp. 34 – 60.
<http://www.serbi.luz.edu.ve/scielo.php>

- SARRIA, P.V.** 1999. Forrajes arbóreos en alimentación de no rumiantes. Univ. Nal. Colombia, sede Medellín. pp. 48.
- SOVERON, J.V.** 2000. Efectos del Ciclohexilpriopionato de Nandrolona en la Ganancia de Peso en Cerdos. Tesis de Grado para optar al Título de Médico Veterinario Zootecnista. Facultad de Ciencias Veterinarias. Carrera Veterinaria y Zootecnia. U.A.G.R.M. Santa Cruz – Bolivia. pp. 22 – 28.
- SVENDSEN, P.** 1976. Introducción a la Fisiología Animal. Editorial Acribia. Zaragoza - España, pp. 87 – 99.
- TAYLOR D.J.** 1987. Enfermedades del Cerdo. D.F. – México. pp. 89.
- TERRANOVA, D.** 1995. Enciclopedia Tomo 2 – 3, Bogota – Colombia. pp. 56.
- TORERO, A.** 1997. Uso de la Harina Integral de Soya en la Alimentación de Cerdos, en: Memorias del 1^{er} Congreso Nacional de Porcicultura. Artes Espino. Lima - Perú. pp. 182 – 186.
- WALL, J. y WILLIAN R.** 1975. Producción y Usos del Sorgo. Traducido por Andrés O. Bottaro. 1^{ra} Ed. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires – Argentina. pp. 69 – 89, 317 – 323.
- WITTKÉ, G.** 1978. Fisiología de los Animales Domésticos. Primera edición. Editorial Hemisferio sur. Buenos Aires - Argentina. pp. 5 – 21.

ANEXO 2**CROQUIS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL DEL TRABAJO****TRATAMIENTOS****DIETA A* DIETA B* DIETA C* DIETA D***

Dos cerdos ♂ 14 Kg. ♀ 17 Kg.	Dos cerdos ♂ 17 Kg. ♀ 16 Kg.	Dos cerdos ♂ 16 Kg. ♀ 17 Kg.	Dos cerdos ♂ 13 Kg. ♀ 14 Kg.
Dos cerdos ♀ 21 Kg. ♀ 15 Kg.	Dos cerdos ♂ 12 Kg. ♀ 13 Kg.	Dos cerdos ♂ 15 Kg. ♀ 17 Kg.	Dos cerdos ♂ 24 Kg. ♀ 23 Kg.
Dos cerdos ♀ 17 Kg. ♀ 23 Kg.	Dos cerdos ♀ 19 Kg. ♀ 23 Kg.	Dos cerdos ♂ 22 Kg. ♂ 16 Kg.	Dos cerdos ♂ 25 Kg. ♀ 20 Kg.
Dos cerdos ♂ 17 Kg. ♀ 13 Kg.	Dos cerdos ♂ 13 Kg. ♀ 12 Kg.	Dos cerdos ♂ 17 Kg. ♀ 18 Kg.	Dos cerdos ♂ 21 Kg. ♂ 25 Kg.

* Dieta A: Alimento balanceado (AB) sin ramio, (Testigo, Tratamiento 1).

Dieta B: Alimento balanceado con heno de ramio, (Tratamiento 2).

Dieta C: Dieta testigo + hoja verde de ramio, (Tratamiento 3).

Dieta D: Dieta testigo + tallo y hoja verde de ramio, (Tratamiento 4).

ANEXO 3

IMÁGENES DEL TRABAJO



Imagen I: Planta de Ramio (*Boehmeria nivea L.*)



Imagen II: Ramio (*Boehmeria nivea L.*) después del corte.



Imagen III: Ramio (*Boehmeria nivea L.*) después de tres semanas del corte.



Imagen IV: Ramio (*Boehmeria nivea L.*) seco para heno de ramio.



Imagen V: Instalaciones de la Granja Experimental "El Prado"



Imagen VI: Alimento balanceado testigo para cerdos.



Imagen VII: Alimento balanceado con heno de Ramio para cerdos.



Imagen VIII: Hojas verdes de Ramio (*Boehmeria nivea* L.).



Imagen IX: Hojas y tallo verde de Ramio (*Boehmeria nivea* L.).



Imagen X: Forma y disposición de los corrales 4 x 4.



Imagen XI: Cerdos escogidos para el experimento.



Imagen XII: Pesaje inicial de los cerdos.



Imagen XIII: Cerdos a los 30 días de iniciado el experimento.



Imagen XIV: Pesaje de los cerdos a los 30 días de iniciado el experimento



Imagen XV: Pesaje de los cerdos a los 45 días de iniciado el experimento.



Imagen XVI: Cerdos a la finalización del experimento a los 60 días.



Imagen XVII: Cerdos comiendo hojas verdes de ramio.



Imagen XVIII: Limpieza de corrales.



Imagen XIX: Pesaje y distribución del alimento.



Imagen XX: Cerdos comiendo el alimento.



Imagen XXI: Cerdos bebiendo agua después de comer.

ANEXO 4

CUADROS ESTADISTICOS

Dieta "A"

Sexo	PESO DEL CERDO EN KG					Ganancia de Peso por día en Kg.	Ganancia Gral. de peso	Conversión alimenticia
	INICIAL	15 DIAS	30 DIAS	45 DIAS	60 DIAS			
M	14	29,1	44,4	59,6	74,45	1,008	60,45	2,30
H	17	31,6	46,5	60,3	74,7	0,962	57,7	2,41
H	21	36,9	53,5	68,1	83	1,033	62	2,24
H	15	30,5	46	60,9	76,2	1,020	61,2	2,27
H	17	32,3	47,6	62,2	76,5	0,992	59,5	2,34
H	23	39,3	55,5	69,3	83,45	1,008	60,45	2,30
H	13	27,4	42,6	58,6	72,6	0,993	59,6	2,33
M	17	32,9	48,3	62,7	77,4	1,007	60,4	2,30
X	17,125				77,288	1,003	60,163	2,312
CV	0,20				0,05	0,02	0,02	0,02

Dieta "B"

Sexo	PESO DEL CERDO EN KG					Ganancia de Peso por día en Kg.	Ganancia Gral. de peso	Conversión alimenticia
	INICIAL	15 DIAS	30 DIAS	45 DIAS	60 DIAS			
H	16	32,4	48,7	63,8	78,25	1,038	62,25	2,24
M	17	33,1	49,1	64,35	79,2	1,037	62,2	2,24
H	13	29,4	46	60,75	74,2	1,020	61,2	2,28
M	12	28,4	45,8	60,8	74,6	1,043	62,6	2,23
H	19	35,8	52,5	67,85	81,05	1,034	62,05	2,25
H	23	39,5	55,4	70,4	83,9	1,015	60,9	2,29
M	13	29,1	45,3	60,6	75	1,033	62	2,24
H	12	28,1	44,5	59,1	74,15	1,036	62,15	2,24
X	15,625				77,544	1,032	61,919	2,249
CV	0,25				0,05	0,01	0,01	0,01

Dieta "C"

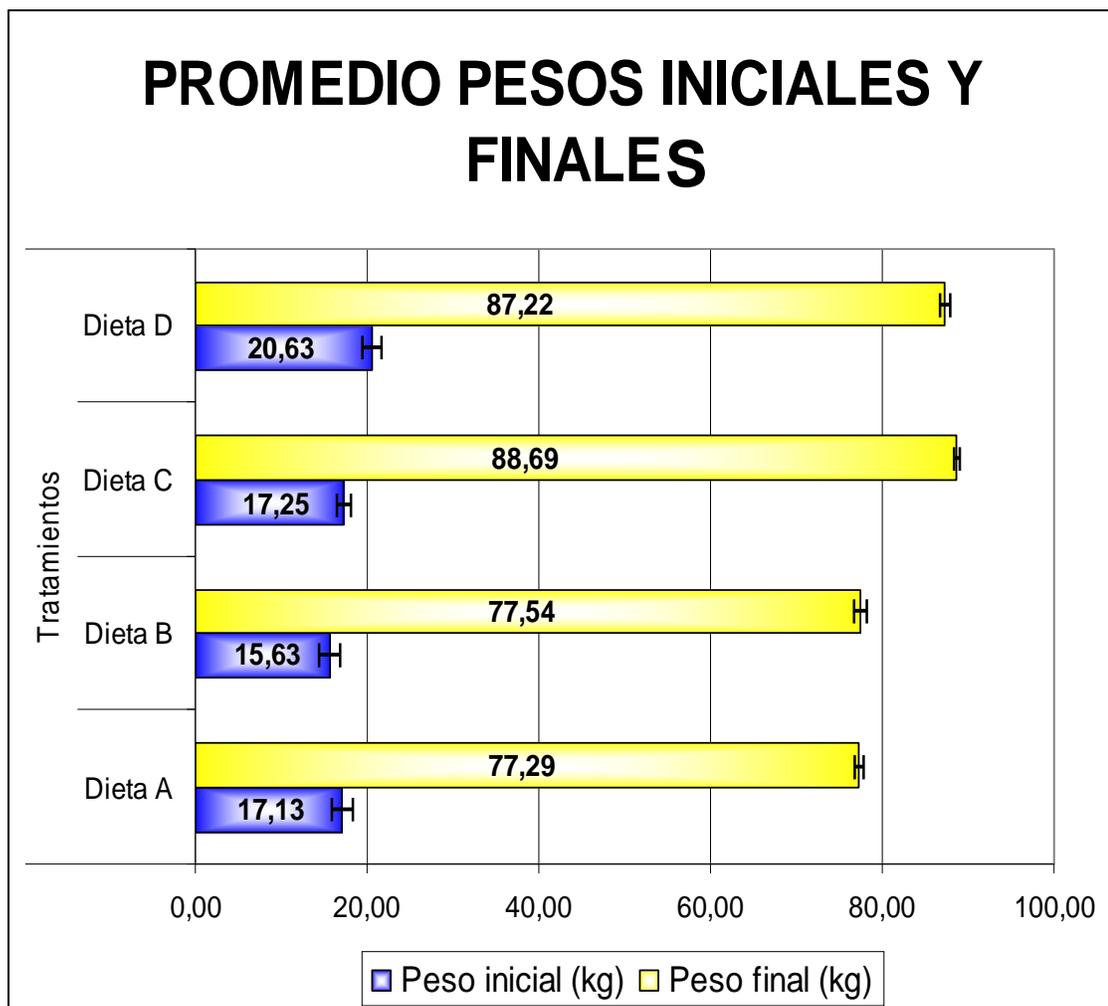
Sexo	PESO DEL CERDO EN KG					Ganancia de Peso por día en Kg.	Ganancia Gral. de peso	Conversión alimenticia
	INICIAL	15 DIAS	30 DIAS	45 DIAS	60 DIAS			
H	17	37,1	54,9	72,3	88,1	1,185	71,1	2,17
M	16	36,8	54,9	71,8	87,5	1,192	71,5	2,15
M	15	35,8	54,5	70,8	86,9	1,198	71,9	2,12
H	17	38,1	56,9	73,1	88,1	1,185	71,1	2,14
M	22	44,5	63,9	80,25	94,8	1,213	72,8	2,11
M	16	36,1	54,7	71,1	86,9	1,182	70,9	2,17
H	18	38,5	55,4	72,5	89	1,183	71	2,15
M	17	38,2	55,4	72,9	88,2	1,187	71,2	2,15
X	17,250				88,688	1,191	71,438	2,146
CV	0,12				0,03	0,01	0,01	0,01

Dieta "D"

Sexo	PESO DEL CERDO EN KG					Ganancia de Peso por día en Kg.	Ganancia Gral. de peso	Conversión alimenticia
	INICIAL	15 DIAS	30 DIAS	45 DIAS	60 DIAS			
M	13	30,1	46,8	63,5	78,6	1,093	65,6	2,36
H	14	30,5	46,9	63,1	78,9	1,082	64,9	2,38
M	24	41,6	58,5	74,9	90,7	1,112	66,7	2,32
H	23	40,9	58,7	75,9	90,6	1,127	67,6	2,29
M	25	42,6	60,7	76,65	91,9	1,115	66,9	2,31
H	20	37,9	56,5	71,8	87,5	1,125	67,5	2,29
M	21	38,4	56,7	71,9	86,9	1,098	65,9	2,35
M	25	43,9	62,2	78,8	92,65	1,128	67,65	2,29
X	20,625				87,219	1,110	66,594	2,324
CV	0,23				0,06	0,02	0,02	0,01

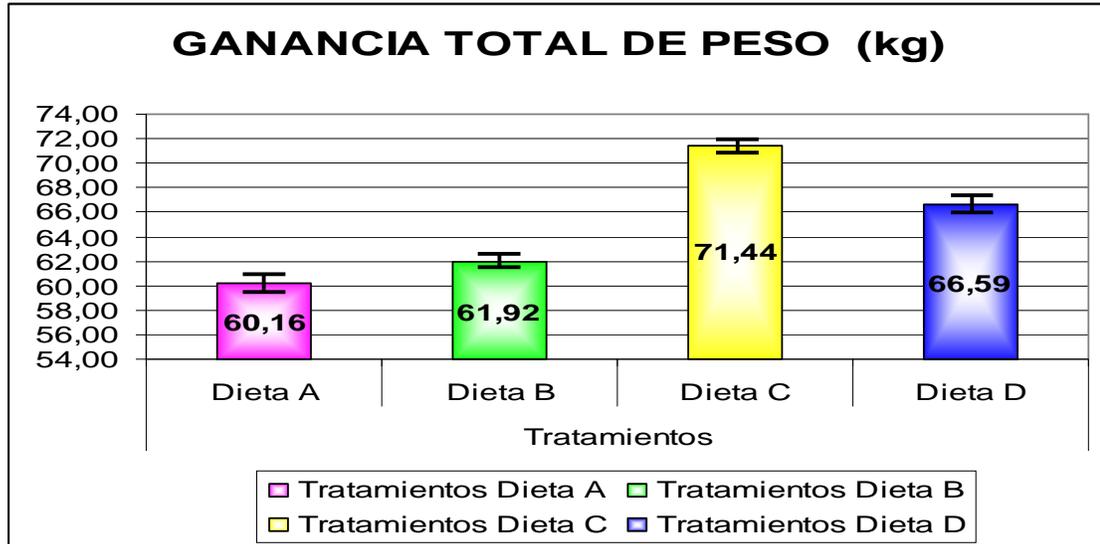
PESOS INICIALES Y FINALES

Variables	Tratamientos			
	Dieta A	Dieta B	Dieta C	Dieta D
Peso inicial (kg.)	17,125 ± 0,20	15,625 ± 0,25	17,250 ± 0,12	20,625 ± 0,23
Peso final (kg.)	77,288 ± 0,05	77,544 ± 0,05	88,688 ± 0,03	87,219 ± 0,06



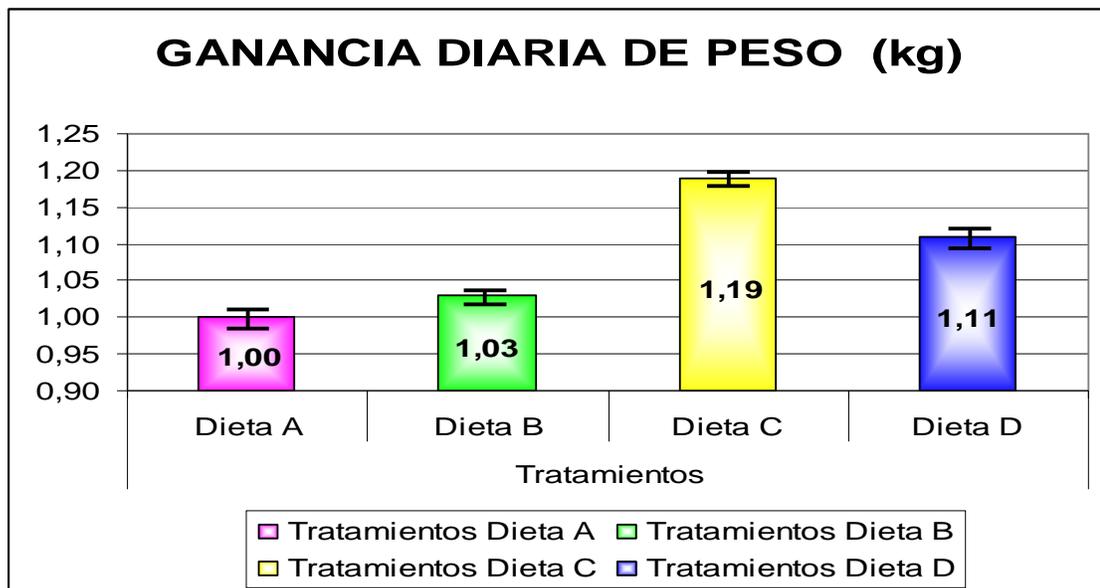
GANANCIA TOTAL DE PESO

Variables	Tratamientos			
	Dieta A	Dieta B	Dieta C	Dieta D
GPT (kg)	60,16 ± 0,02	61,92 ± 0,01	71,44 ± 0,01	66,59 ± 0,02



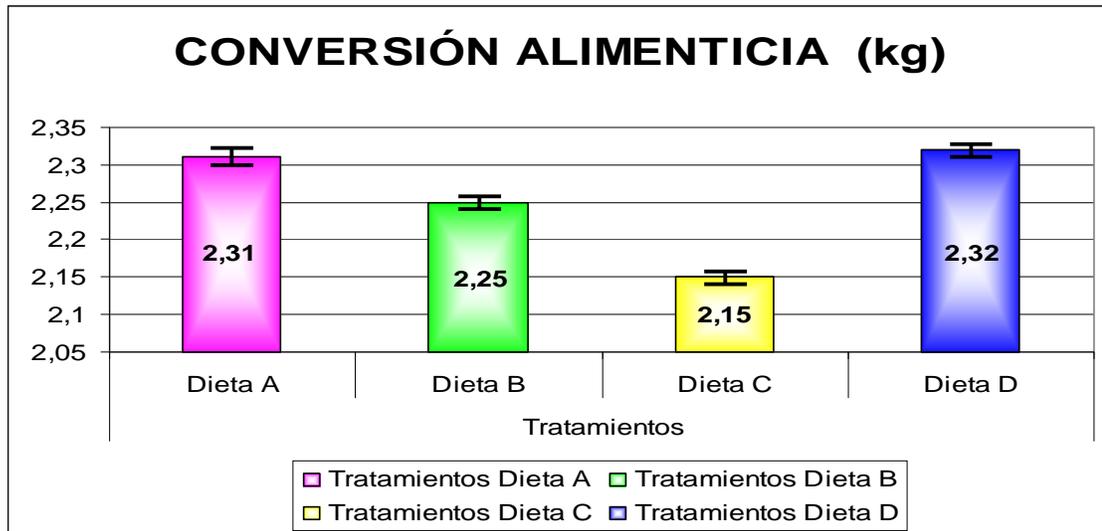
GANANCIA DIARIA DE PESO

Variables	Tratamientos			
	Dieta A	Dieta B	Dieta C	Dieta D
GDP (kg)	1,00 ± 0,02	1,03 ± 0,01	1,19 ± 0,01	1,11 ± 0,02



CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Variables	Tratamientos			
	Dieta A	Dieta B	Dieta C	Dieta D
Conversión Alimenticia (kg)	2,31 ± 0,05	2,25 ± 0,01	2,15 ± 0,01	2,32 ± 0,01



COSTO Kg. DE CARNE PRODUCIDO \$us

TRATAMIENTO	TESTIGO	DIETA B	DIETA C	DIETA D
COSTO Kg. DE CARNE PROD. (\$us)	0,283	0,271	0,241	0,261

