

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE GERMINADO
DE MAÍZ AMARILLO (*Zea mays*) EN ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN
LEVANTE Y CEBA**

**JUAN CARLOS SOSA VALENCIA
GILBERTO ALIRIO CABRERA CUATINDIOY**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
PASTO _ COLOMBIA
2009**

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE GERMINADO
DE MAÍZ AMARILLO (*Zea mays*) EN ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN
LEVANTE Y CEBA**

**JUAN CARLOS SOSA VALENCIA
GILBERTO ALIRIO CABRERA CUATINDIOY**

**Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de
zootecnista**

**Presidente
EDMUNDO APRÁEZ GUERRERO
M.Sc, Ph.D.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
PASTO _ COLOMBIA
2009**

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son responsabilidad exclusiva de sus autores.

Artículo 1 del Acuerdo N 324 de octubre de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de Aceptación:

JOSÉ EDMUNDO APRÁEZ GUERRERO
Presidente

ARTURO LEONEL GÁLVEZ CERÓN
Jurado Delegado

JAVIER ANDRES MARTINEZ BENAVIDES
Jurado

San Juan de Pasto, Abril 2009

DEDICATORIA

Dedico a:

DÍOS

MI PADRE

MI MADRE

MIS HERMANOS

JUAN CARLOS SOSA VALENCIA

DEDICATORIA

Dedico a:

DÍOS

MI PADRE

MI MADRE

MIS HERMANOS

GILBERTO ALIRIO CABRERA CUATINDIOY

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	17
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
3. OBJETIVOS	19
3.1 OBJETIVO GENERAL	19
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
4. MARCO TEÓRICO	20
4.1 GENERALIDADES DEL CERDO	20
4.1.1 Necesidades de energía	21
4.1.2 Fibra bruta	22
4.1.3 Proteínas y aminoácidos	23
4.1.4 Vitaminas y minerales	24
4.1.5 Consumo voluntario de alimento	25
4.1.6 Suministro de agua	26
4.2 GENERALIDADES DEL MAIZ	27
4.3 GENERALIDADES SOBRE LOS GERMINADOS	28
4.3.1 Ventajas de los germinados	31
5 DISEÑO METODOLÓGICO	33
5.1 LOCALIZACIÓN	33

5.2 INSTALACIONES Y EQUIPOS	33
5.2.1 CORRALES	33
5.2.2 Prensado	33
5.2.3 GERMINADO	34
5.3 RENDIMIENTO DEL GERMINADO	34
5.4 PLAN SANITARIO	35
5.5 ANIMALES	35
5.6 PERIODO EXPERIMENTAL	35
5.7 DISEÑO EXPERIMENTAL	35
5.8 TRATAMIENTOS	36
5.9 ALIMENTACIÓN	36
5.10 DIETAS	37
5.11 VARIABLES EVALUADAS	37
5.11.1 Consumo de alimento	37
5.11.2 Ganancia diaria de peso	37
5.11.3 Conversión alimenticia	38
5.11.4 Mortalidad	38
5.11.5 Análisis parcial de costos	38
5.11.6 Grasa dorsal	38
6 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	40
6.1 ANALISIS BROMATOLOGICO	40

6.2 CONSUMO DE ALIMENTO	41
6.3 GANANCIA DIARIA DE PESO	43
6.3.1 Fase de levante	43
6.3.2 Fase de ceba	44
6.4 CONVERSIÓN ALIMENTICIA	45
6.4.1 Fase de levante	46
6.4.2 Fase de ceba	47
6.5 GRASA DORSAL	47
6.6 ANÁLISIS ECONOMICO	48
6.7 MORTALIDAD	49
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
7.1 CONCLUSIONES	51
7.2 RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	53
ANEXOS	57

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Requerimientos de proteína del cerdo en crecimiento y finalización	23
Tabla 2. Requerimientos de minerales para el cerdo en crecimiento y finalización	25
Tabla 3. Consumo de alimento en levante y ceba	26
Tabla 4. Requerimientos diarios de agua	27
Tabla 5. Composición química del maíz en grano y germinado (MS)	30
Tabla 6. Consumo de alimento	36
Tabla 7. Aportes de energía y proteína de los tratamientos en levante y ceba	37
Tabla 8. Factor de corrección (FC) para expresar el espesor de grasa dorsal en cerdos vivos ajustado a 90 Kg. de peso.	39
Tabla 9. Análisis bromatológico del germinado de maíz	40
Tabla 10. Consumo de alimento. (Kg. MS).	41
Tabla 11 Ganancia diaria de peso (Kg).	43
Tabla 12 Conversión alimenticia	45
Tabla 13 Grasa dorsal	47
Tabla 14 Relación costo beneficio por tratamiento	49

LISTA DE ANEXOS

ANEXOS	Pág.
Anexo A. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento (Kg) en la fase de levante	58
Anexo B. Analisis de varianza para la variable ganancia diaria de peso (Kg) en levante	59
Anexo C. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia (Kg) en levante	60
Anexo D. Análisis de varianza para la variable grasa dorsal	61
Anexo E. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento (Kg) en ceba	62
Anexo F. Análisis de varianza para la variable ganancia diaria de peso (Kg) en ceba	63
Anexo G. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia (Kg) en ceba	64
Anexo H. Tablas de las variables evaluadas por tratamiento y replicas para cerdos en levante.	65
Anexo I. Rendimiento del maíz por replica y por variedad	70

RESUMEN

El trabajo se llevó a cabo en el municipio de El Tambo Departamento de Nariño, en el cual se valoró la respuesta de la inclusión de germinado de maíz amarillo (*Zea mays*) en la ración del cerdo en niveles de inclusión de 10%, 20% y 30%. Adicionalmente, se determinó el rendimiento y la composición química del germinado, grasa dorsal y los costos de la actividad.

Se emplearon 48 cerdos machos de los cruces comerciales Duroc – York - Pietrain, con un peso medio de 30 Kg., mediante un diseño completamente aleatorizado (DCA), con cuatro tratamientos, seis réplicas por tratamiento y dos animales por réplica. Se evaluaron los siguientes tratamientos: T0 (concentrado comercial), T1 (10 % germinado de maíz, 90 % concentrado comercial), T2 (20% germinado de maíz, 80 % concentrado comercial), T3 (30 % germinado de maíz, 70 % concentrado comercial). Se utilizó la prueba de Duncan para comparar tratamientos. El periodo de acostumbramiento fue de 15 días y la etapa experimental de 86 días.

El consumo de alimento presentó diferencias significativas ($P < 0.01$) entre tratamientos en ambas fases. El mayor consumo fue para el tratamiento testigo, seguido del T1, T2 y T3. Este comportamiento obedeció posiblemente al mayor volumen ocupado por el germinado, que condujo a un llenado más rápido de la capacidad gástrica de los animales. Otro factor importante, el contenido de agua del germinado, pudo desplazar el consumo de MS.

El incremento de peso (IP) en la fase de levante no presentó diferencias significativas ($P > 0.01$), lo que demuestra el potencial nutritivo del germinado de maíz, ya que, por estar en un proceso de crecimiento acelerado, sus nutrientes están más disponibles para el animal. En la fase de ceba el mayor incremento lo obtuvo el T1 con 10% de germinado, con 804 g/día; quizá se debió a que sus aportes nutritivos fueron bien aprovechados por el animal.

La variable conversión alimenticia (CA) presentó diferencias significativas ($P < 0.01$) entre tratamientos. En la fase de levante los tratamientos T0 (2.78 Kg) y T1 (2.84 Kg) no presentaron diferencias, lo que significa que el grado de aprovechamiento de las dos dietas fue similar. En la fase de ceba fue mejor el tratamiento T1 (3.12 Kg), en el cual se empleó 10 % de germinado.

La grasa dorsal no presentó diferencias ($P > 0.01$) entre tratamientos, lo que demuestra que los nutrientes del germinado fueron bien aprovechados por el animal, sin generar una sobrecarga sobre todo en la parte energética.

ABSTRACT

This project was performed in Tambo-District of Nariño, it was assessed the answer of the inclusion of germinated-yellow corn (*Zea Mays*) in the pig ration in levels of inclusion 10%, 20% and 30%. Also, it was determinate the yielding and the chemical condition of the germinated, back fat and the costs of the activity. It were used 48 male pigs of the crosses Duroc-york-Pietrain, with an overage weight of 30 kg., according with random design (DCA), with four treatments, six replies by treatment and two animals by reply. It were assessed the following treatments: TO (commercial concentrated), T1 (10% germinated of corn, 90% commercial concentrated), T2 (20% germinated of corn, 80% commercial concentrated), T3 (30% germinated of corn, 70% commercial concentrated). It was used the Duncan test for comparing the treatments. The period of custom was of 15 days and the experimental stage was of 86 days.

Consume of the food was meaning differences ($P < 0.01$) between the treatments during the two phases. The major consume was for the treatment testify, followed by T1, T2 and T3. There is the possibility of behavior obeyed at the major volume occupied by the germinated that conduced at a faster fill of the gastric capacited of the animals. Other important factor, the container of water of the germinated, was displace at consume of MS.

The increasing of the weight (IP), during the rising phase there wasn't prevalent meaningful ($P < 0.01$), which demonstrated the nutritive potential of the germinated corn due that it is part of the rising growing its nutrients are more available by the animal. In the phase of fatten the major increasing was gotten by the T1 with 10% of germinated, with 804 g/day; maybe it was due at nutritive contribution that was very used.

The variable of food conversion (CA) presented meaning differences ($P < 0.01$) between in treatments. In the rising phases the treatments to (2.78 Kg) and T1 (2.84 kg) weren't differences which means that the grade of utility of the two diets was similar. During the fatten phase was better the treatment T1 (3, 12 kg) in which was employed the 10% of the germinated.

The fat back weren't show the differences ($P < 0.01$) between treatments which demonstrates that the nutrients of germinated were well used by the animal without generating an upper for generating an upper charge making emphasis in the most energetic of the energetic.

GLOSARIO

Alimento: Comida que satisface el apetito, compensando las necesidades fisiológicas del crecimiento y de los procesos que ocurren en el organismo, y suministrar la energía necesaria para mantener la actividad y la temperatura corporal.

Alimentación: actividad que comprende acciones diversas, como el reconocimiento del alimento y los movimientos como aprehensión de la comida y la digestión necesaria para que funcione un organismo vivo.

Análisis químico: conjunto de técnicas y procedimientos empleados para identificar y cuantificar los principios nutritivos de un alimento.

Cereales: semillas de ciertas gramíneas que, en conjunto, constituyen el producto alimenticio más importante del mundo.

Conversión alimenticia: Cantidad de alimento necesario para producir un kilogramo de peso vivo.

Digestión: Proceso que consiste en desdoblar los alimentos en sus elementos más pequeños y simples, en nutrientes.

Enzima: Sustancia orgánica compuesta por polímeros de aminoácidos, que actúa como catalizador en el metabolismo de los alimentos. Con su acción, regulan la velocidad de muchas reacciones químicas implicadas en este proceso.

Germinación: proceso por el que se reanuda el crecimiento embrionario después de la fase de descanso.

Germinador: Cámara acondicionada para la germinación de las semilla.

Incremento de peso: Cantidad de peso que aumenta el animal en un determinado periodo de tiempo.

Nutrición: Ciencia que estudia los nutrientes, comprende la obtención, digestión y absorción de los elementos químicos que sirven de alimento incluyendo el transporte de estos a todas las células del organismo animal en las formas físico químicas más adecuadas para su asimilación y empleo.

Requerimientos nutricionales: necesidades nutritivas de los seres vivos para cumplir con su normal desarrollo, mantenimiento y productividad durante las 24 horas del día.

INTRODUCCIÓN

La actividad porcina en el Departamento de Nariño no ha alcanzado un máximo desarrollo, debido a factores limitantes como baja incorporación de tecnología, inadecuada utilización de los recursos disponibles y los altos costos de alimentación, donde estos últimos representan más del 70% de la producción, generando una baja rentabilidad, debido a que está basada en concentrados comerciales.

La región andina ofrece gran variedad de recursos alimentarios, los cuales se pueden aprovechar, haciendo énfasis en la utilización de productos no convencionales en la alimentación animal. Tal es el caso del germinado de maíz, que aporta nutrientes que ayudan a suplir parte de las necesidades nutricionales del cerdo.

El germinado de maíz surge como alternativa de alimentación en el cerdo, puesto que ofrece varias ventajas, entre ellas están: se produce durante cualquier época del año, mejora el nivel nutritivo durante la germinación, contribuye con un manejo ecológico, sirve para toda clase de animales y no se necesita mucho espacio para su producción.

Bajo las anteriores consideraciones, se planteó la utilización de germinado de Maíz amarillo (*Zea mays*) como una alternativa de alimentación para cerdos en la fase de levante y ceba, ya que el nivel nutricional que reportan los análisis bromatológicos lo catalogan como un producto que aporta parte de los nutrientes requeridos por el animal. Además se pretende incentivar a los productores agropecuarios a fin de que logren aprovechar los productos de sus fincas.

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

La problemática económica actual en la producción del cerdo conlleva a buscar soluciones creativas y eficientes que permitan producir con resultados competitivos, prestando mayor relevancia a la utilización de productos que provengan en lo posible de las actividades desarrolladas en las mismas fincas, a fin de aprovechar las bondades y facilidades que la naturaleza otorga, como es el caso del germinado de maíz como fuente de alimentación no convencional disponible en nuestra región.

En Nariño, la producción prevalente de cerdos, se realiza como un complemento de otras actividades agropecuarias, y a una escala familiar, sin mayores avances en la parte productiva, reproductiva, alimenticia, de registros, de sanidad y de manejo. Desde el punto de vista económico, conlleva a pérdidas considerables para la empresa, ya que el cerdo debe recibir todas las condiciones de manejo y alimentación necesarias para un óptimo desarrollo.

En algunas zonas rurales del departamento, el campesino acostumbra a suministrar a los cerdos el maíz en grano, en ocasiones lo suministra molido, esto predispone a un esfuerzo grande por parte del animal ya que tiene que gastar mucha energía en la digestión, sobre todo por la dureza del grano y la presencia de la cutícula.

La obtención de germinado de maíz (*zea mays*) es una tecnología de producción de biomasa vegetal de alta calidad nutricional, obtenida a partir del crecimiento vegetativo inicial en los estados de germinación y crecimiento temprano a partir de semillas viables. Su producción es muy rápida (8 a 15 días), en cualquier época del año y en cualquier localidad geográfica, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias para ello. Esta tecnología es complementaria y no competitiva con la producción convencional de alimento.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La alimentación constituye el rubro de mayor incidencia en la producción del cerdo, motivo por el cual se busca reducir este costo, para ello es conveniente utilizar productos económicos y de fácil adquisición en la zona.

La anterior consideración conduce a plantear la siguiente pregunta:

¿El germinado de maíz (*Zea mays*) es una alternativa para reducir los costos en la alimentación del cerdo y además aporta los nutrientes para satisfacer parte de sus requerimientos?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar diferentes niveles de inclusión de germinado de maíz amarillo (*Zea mays*) en la alimentación de cerdos en levante y ceba.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar las características nutricionales del germinado de maíz.
- Evaluar mediante una prueba de comportamiento, consumo de alimento, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia.
- Evaluar el rendimiento del germinado de maíz (*Zea mays*), en el tiempo de germinación establecido.
- Determinar la grasa dorsal de los animales en prueba.
- Realizar un análisis económico de los diferentes tratamientos.

4. MARCO TEORICO

4.1 Generalidades del cerdo.

Escamilla, citado por Santander y López, manifiesta que:

Se ha considerado al cerdo como el animal que posee las mejores capacidades para producir carne, debido a su gran poder de asimilación de los alimentos, comparado con otras especies domésticas; también tiene una gran capacidad de aprovechar las proteínas y para ingerir considerables cantidades de alimentos que son asimilados y digeridos con mucha facilidad.¹

Por su parte, Cuellar reporta que:

Dentro del grupo de los no rumiantes, el cerdo presenta una serie de características que lo hace un elemento clave dentro del engranaje de cualquier sistema de producción integrado. Parte de estas ventajas se derivan de su capacidad de adaptarse fácilmente a diferentes esquemas de manejo y alimentación, con la característica de ser, en ciertos casos, el perfecto reciclador dentro de un sistema pecuario, ó pecuario-agrícola. Además, los desechos que se generan en su producción (estiércol y aguas servidas), son fuente valiosa para la generación de otros recursos aprovechables dentro del mismo sistema, ya que aportan energía renovable, en el caso del biogás y fertilización orgánica con el uso de efluentes o porquinazas.²

Durán Naranjo, manifiesta que “El cerdo es un animal monogástrico omnívoro, esto significa que su tubo digestivo está formado esencialmente por un estómago con una sola cavidad, seguido de un intestino delgado muy largo y un intestino grueso relativamente corto”³.

¹ SANTANDER GUERRERO, Álvaro y LÓPEZ ZAMBRANO, Silvio. Comparación de tres planes de alimentación para cerdos en levante utilizando como base la caña de azúcar picada. Pasto, 1.995. p. 4. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

² CUELLAR, Piedad. Alimentación no convencional de cerdos, mediante la utilización de recursos disponibles. P. 1. [On line]. 2007. [citado en 2008-25-03]. Disponible en Internet: www.cipav.org.co/index.hpm.

³ DURAN NARANJO, Jaime. Manual de explotación y reproducción porcina. España.2006.Grupo Latí, p.900.

Bondi, reporta que las funciones comunes del aparato digestivo son la ingestión de alimentos, su digestión y absorción y la excreción de los componentes de los alimentos no absorbidos y los productos de desecho, la digestión es la preparación de los alimentos para la absorción, es decir, la reducción de las partículas alimenticias en tamaño y solubilidad por medios mecánicos y químicos. La degradación química se realiza, fundamentalmente, por las enzimas segregadas en distintos jugos digestivos. La absorción consiste en el paso de nutrientes digeridos a través de la membrana mucosa del tracto digestivo, hasta la sangre y linfa⁴.

4.1.1 Necesidades de energía. Buxadé, afirma que: “la energía bruta contenida en la dieta se reparte aproximadamente de la siguiente forma: 20 % perdida por heces, 5 % perdida por orina, 20 % perdida bajo forma de extra calor y 50 % es realmente utilizada por el animal. Sin embargo, el 50% de esa energía es realmente utilizada por el animal (energía neta) para mantenimiento y crecimiento”⁵.

Pinheiro menciona que:

La energía, al ser movilizada por el organismo, suministra calor para la activación y mantenimiento de los procesos vitales. El metabolismo energético es un proceso fundamental para la supervivencia del animal. Antes que nutrirse, el animal necesita sobrevivir. En consecuencia, antes de formar nuevos tejidos o reparar los gastados, el organismo moviliza la energía existente en los alimentos para satisfacer las exigencias energéticas.⁶

Por su parte, Ensminger afirma que “la energía es el primer factor esencial para los procesos vitales necesarios de los porcinos. Una vez que estos requerimientos han sido satisfechos, el exceso de energía se almacena como grasa dentro del cuerpo”⁷.

⁴ BONDI, Aron. Nutrición animal.. Zaragoza España.1989. Acribia S.A. P. 172.

⁵ BUXADE CARBO, Carlos. Producción Porcina. Aspectos Claves México 1997. Ediciones Mundi Pesa. P. 243.

⁶ PINHEIRO, MACHADO, Luiz Carlos. Los cerdos Buenos Aires. Argentina. Editorial Hemisferio Sur,S.R.L. 1973. p. 406.

⁷ ENSMINGER. M. E. Producción porcina. Argentina, El Ateneo, 1980. p. 114.

La energía la proporciona la grasa y los carbohidratos, cuyo exceso o disminución pueden provocar efectos negativos. Una deficiencia de energía disminuye la fertilidad y la conversión alimenticia, a la vez que retarda el crecimiento. Al contrario, un exceso de energía produce demasiada grasa en la canal de los animales de engorde. Las cantidades óptimas de lípidos o grasas son de 120g diarios por cada 100Kg de peso vivo y un porcentaje en la ración, del 6 al 10%⁸.

4.1.2 Fibra bruta.

Durán Naranjo reporta que la fibra está constituida por los polisacáridos distintos del almidón: básicamente celulosa, hemicelulosa y lignina, es decir, la parte leñosa de los vegetales. Su proporción en las distintas plantas es muy variable, pero en general el intestino del cerdo no está en capacidad de digerirla. La adición de fibra bruta a la dieta del porcino disminuye la concentración de energía digestible y, por lo tanto, si el alimento contiene mucha fibra bruta, aumenta su consumo en la medida de lo posible. La función de los componentes fibrosos de la dieta reside, esencialmente, en ser un sustrato para la fermentación microbiana en el intestino grueso, que no es tan eficaz como la fermentación que se produce en el aparato digestivo de los rumiantes⁹.

El mismo autor manifiesta que: “esta fermentación acaba produciendo ácidos grasos volátiles con un aporte de energía para el cerdo que oscila entre el 5 y el 20% de las necesidades de energía de mantenimiento que tiene el animal”¹⁰.

Por su parte, Pinheiro reporta que “como animales monogástricos y su digestión enzimática, los cerdos tienen poca o ninguna capacidad para digerir la celulosa y la lignina; por esta razón, sus raciones deben contener baja proporción de fibra.”¹¹.

⁸ ALBAN ALFONSO, Héctor Miguel. Producción pecuaria. Medellín. 2001. P. 236. Universidad Nacional de Colombia

⁹ DURAN NARANJO, Op. Cit., p. 21.

¹⁰ *Ibíd.*, p. 27

¹¹ PINHEIRO, MACHADO, Luís Carlos. Op. Cit., p. 392.

4.1.3. Proteínas y aminoácidos.

Pinheiro menciona que “los cerdos, como animales no rumiantes, no pueden sintetizar todos los aminoácidos en las cantidades necesarias para satisfacer sus propios requerimientos. Por esta razón, los aminoácidos esenciales deben ser suministrados en la ración”¹².

Gallego contempla que:

Los nutrientes claves en el alimento son los energéticos y las proteínas o los aminoácidos, cuyas cantidades requeridas están en relación directa del peso corporal y del contenido proteico del cuerpo de los animales. Adicional a los requerimientos de mantenimiento, los nutrientes estarán disponibles para el crecimiento y/o la producción¹³.

Tabla.1 Requerimientos de proteína del cerdo en crecimiento y finalización

Peso vivo (Kg.)	20-35	35-60	65-100
Proteína cruda (%)	16	14	13
Aminoácidos indispensables. (%)			
Lisina	0.70	0.61	0.57
Arginina	0.20	0.18	0.16
Histidina	0.16	0.16	0.15
Isoleucina	0.50	0.44	0.41
Leucina	0.60	0.52	0.48
Metionina+ cistina	0.45	0.40	0.30
Fenilalanina+ Tirosina	0.70	0.61	0.57
Treonina	0.45	0.39	0.37
Triptofano	0.12	0.11	0.10
Valina	0.50	0.44	0.41

Fuente (NCR)

¹² *Ibíd.*, p. 395.

¹³ BENAVIDES ARCINIEGAS, Carlos Iván y DIAZ ZAMBRANO, Claudia Milena. Evaluación de la torta de palmiste en la alimentación de cerdos en fase de ceba. Pasto, 2000. p. 10. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

Así mismo, Ensminger¹⁴ comenta que los requerimientos de proteína son de gran importancia para mantenimiento y formación de tejidos corporales y que ésta es un factor decisivo dentro de la ración, tanto por cantidad y calidad, lo mismo que por su elevado costo. Afirma también que la cantidad de proteína necesaria para el cerdo es de especial importancia en el periodo de crecimiento, y disminuye a medida que el animal se acerca al peso de sacrificio.

4.1.4. Vitaminas y Minerales. Para English, citado por Benavides y Díaz “los minerales son esenciales para asegurar una estructura corporal fuerte y tejidos sanos. Así mismo, las vitaminas son necesarias para la regulación de diversas funciones del organismo y para el norma crecimiento, desarrollo y bienestar del animal”¹⁵ (Tabla 2).

Escamilla contempla que “los cerdos necesitan de elementos minerales para poder conservarse con buena salud y desarrollo completo. Estas sustancias son indispensables para buena conformación de dientes y huesos, así como para desarrollar otras actividades fisiológicas”¹⁶.

Por su parte, Cunha, citado por Gómez y Cárdenas, anota que “las necesidades vitamínicas del cerdo se han hecho más críticas en los últimos años a medida que aumenta la tendencia a mantenerlos en confinamiento. Casi todas las raciones porcinas están en la actualidad siendo enriquecidas con vitaminas A, D y B12, riboflavina, niacina, ácido pantoténico y colina”¹⁷.

¹⁴ ENSMINGER, Op. Cit., p. 110.

¹⁵ BENAVIDES ARCINIEGAS, Carlos Y DIAZ ZAMBRANO, Claudia, Op. Cit., p. 12.

¹⁶ ESCAMILLA, Leopoldo. El cerdo, su cría y explotación, 9a ed. México: Continental 1984.354p.

¹⁷ GÓMEZ GUERRERO, Guido Olmedo y CADENAS BUSTOS. Edwin Roberto. Utilización de lavaza combinada con diferentes niveles de concentrado en la alimentación de cerdos en levante. Pasto, 1.987. p 15. Tesis de grado (Zootecnia). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

4.1.5 Consumo voluntario de alimento. Duran Naranjo menciona que:

El control del consumo de alimento se encuentra bajo la influencia de diversos factores: fisiológicos, la genética, factores medioambientales, diseño de instalaciones y número de cerdos por corral; factores dietéticos, como disponibilidad de alimento (a voluntad o dietas restringidas), deficiencia o exceso de algún nutriente, densidad de energía, presencia de aditivos y disponibilidad de agua.¹⁸

Tabla 2. Requerimientos de minerales para el cerdo en crecimiento y finalización.

Peso vivo (Kg.)	20-35	35-60	60-100
Elementos Minerales			
Calcio, %	0.60	0.55	0.50
Fósforo, %	0.50	0.45	0.40
Sodio, %	0.10	0.10	0.10
Cloro, %	0.13	0.13	0.13
Potasio, %	0.23	0.20	0.17
Magnesio, %	0.04	0.04	0.04
Hierro, mg	60	50	40
Zinc, mg	60	50	50
Manganeso, mg	2.0	2.0	2.0
Cobre, mg	4.0	3.0	3.0
Yodo, mg	0.14	0.14	0.14
Selenio, mg	0.15	0.15	0.10

Fuente NCR (1988)

De la misma manera, comenta que durante el periodo de levante y de finalización, es decir, desde los 15 Kg de peso vivo hasta los 90 a 100 Kg Si al cerdo se le permite consumir el alimento a voluntad, la energía que contenga la dieta generalmente será la que controle la cantidad consumida. Es decir, el cerdo compensará una dieta menos rica en energía consumiendo una mayor cantidad de ella y viceversa. Esto hace

¹⁸ DURAN NARANJO, Op. Cit., p.21.

que esta compensación normalice el requerimiento de energía dentro de unos límites, Tabla 3.

4.1.6 Suministro de agua.

Durán afirma que los cerdos deben disponer siempre de agua suficiente; cuando no hay ninguna limitación, los cerdos beben cantidades muy variables de agua (Tabla 4). El tipo de dieta, su contenido de energía y proteína, y la temperatura del ambiente influyen en el consumo de agua. La proporción habitual agua: alimento es de 3:1 en peso. Obviamente, si la alimentación recibida tiene un grado alto de humedad la cantidad de agua que beberá el cerdo disminuirá. Por otro lado, una temperatura ambiental superior a los 20 °C hace que el volumen de agua bebida también aumente, pues la proporción 3:1 ya no basta para cubrir las necesidades del animal.¹⁹

Tabla 3. Consumo de Alimento en Levante y Ceba

Rango de Peso	Tipo de alimento	Periodo (Días)	Consumo diario (Kg.)	Consumo en Periodo (Kg.)
10 a 20	Iniciación	21	0.950	20
20 a 50	Levante	42	1.7	71.4
50 a 80	Finalización	35	2.4	84.0
80 a100	Ceba	30	2.7	84.6

Chamorro. (2006)

La mayoría de funciones biológicas están relacionadas con la propiedad del agua de actuar como solvente de numerosos compuestos. El agua participa en la digestión (hidrólisis) de proteínas, grasa y carbohidratos, la absorción de los nutrientes digeridos, el transporte de metabolitos en el organismo y excreción de productos de desecho. La mayoría de los procesos metabólicos y anabólicos que tienen lugar en el interior de los tejidos, suponen la incorporación o liberación de agua²⁰.

¹⁹ *Ibíd.*, p. 22

²⁰ BONDI, Op. Cit., p.553.

Para Labala, el agua es un nutriente fundamental ya que constituye el 60 al 80 % del organismo cumpliendo funciones estructurales, siendo sustrato de los procesos metabólicos, es el medio para las reacciones químicas y sirve para la termorregulación, transporte de nutrientes dentro del organismo, eliminación de desechos.

De la misma manera comenta que: el agua se procede de la humedad de los alimentos, del metabolismo interno y fundamentalmente del agua de bebida.

La eliminación se produce por evaporación desde los pulmones, en la excreción por orina y heces.

Fallas en el suministro o en la calidad del agua tienen una gran influencia sobre el rendimiento y la salud de los cerdos²¹.

Tabla 4. Requerimientos diarios de agua

Clase de cerdo	Litros por día
Lechones hasta 10 Kg	1.2 – 1.5
Lechones de 10 a 25 Kg	2.25 – 2.5
Cerdos de 25 a 50 Kg	3 -- 5
Cerdos de 50 a 100 Kg	6 -- 8

Fuente Solla. (2006)

4.2 Generalidades del maíz.

Benítez reporta que el grano de maíz es botánicamente un cariósido y está formado por cuatro estructuras principales: el pericarpio o cáscara, el germen o embrión, el endospermo y la pilorriza. El pericarpio, cáscara o salvado se caracteriza por un elevado contenido de fibra cruda, aproximadamente el 87%. El endospermo provee los nutrientes para el germinado de la semilla, esta estructura posee un alto contenido de almidón 87% y 8% de proteína y 5% de agua. El almidón es el componente químico principal del grano que corresponde hasta el 72 – 73 % del peso del grano. El contenido de proteína puede oscilar entre 8 y 10%, en su mayoría se encuentra en el endospermo, son ricos en prolina,

²¹ LABALA, Jorge. El agua en los cerdos. Venezuela 2006. [citado en 09-06-08]. disponible en Internet: WWW. Vetifarma.com. o <:jlabala@vetifarma.com. ar.

glutamina, leucina y alanina. El aceite del grano está fundamentalmente en el germen y viene determinado genéticamente con valores que van de 3 a 8 %, tiene bajo nivel de ácidos grasos saturados, pues tiene un efecto benéfico para el sistema cardiovascular. El contenido de vitaminas, tanto liposolubles como solubles en agua, el grano de maíz contiene dos vitaminas liposolubles: la pro vitamina A o carotenoides y la vitamina E, éstas se encuentran en el endospermo y sólo pequeñas cantidades en el germen, las vitaminas solubles en agua se encuentran en la capa externa del grano²².

4.3 Generalidades sobre los germinados.

De acuerdo con Carballo Moncada:

Esta técnica fue utilizada por los aztecas para producir alimentos, no sólo para animales sino también para el hombre, siendo conocido en México con el nombre de germinado. Del mismo modo, manifiesta que a fines de los años treinta, en Inglaterra y Escocia, se reporta el uso de cereales germinados en la alimentación del ganado con buenos resultados. La técnica utilizada era completamente rústica, obteniéndose una altura del pasto de 5 cm y solamente se duplicaba el peso del forraje con relación al peso de la semilla.²³

El mismo autor manifiesta que se llama germinación al proceso por el cual se reanuda el crecimiento embrionario después de la fase de descanso. Este fenómeno no se desencadena hasta que la semilla ha sido transportada a un medio favorable por alguno de los agentes de dispersión. Las condiciones determinantes del medio son: aporte suficiente de agua y oxígeno y temperatura apropiada. Durante la germinación, el agua se difunde a través de las envolturas de la semilla y llega hasta el embrión, que durante la fase de descanso se ha secado casi por completo. El agua hace que la semilla se hinche.

²² BENITEZ CARDOZA, Claudia Guadalupe. El Maíz, origen, composición y morfología. México 2006. [citado en 12-05-09]. Disponible en Internet; www.semillas.org.co/sitio.sht.

²³ CARBALLO MONCADA, Carlos Ramón. Procedimientos para germinar granos para alimentación animal [online]. Culiacán 2 ed. México: Zootecno campo, rev. 2 marzo 2000 [citado en 01-08-06]. Disponible en Internet: < [URL:http://zootecnocampo.com7](http://zootecnocampo.com7) Documentos/ Germinados .html >.p.1

El oxígeno absorbido proporciona a la semilla la energía necesaria para iniciar el crecimiento.²⁴

Así mismo, Izquierdo señala que “en la práctica, consiste en la germinación de granos (semillas de cereales o de leguminosas) y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia del suelo. Usualmente se utilizan semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo”²⁵.

Herrera *et al* dicen que es una producción de biomasa vegetal de alta calidad nutricional, obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables. Su producción es muy rápida (9 a 15 días), en cualquier época del año y en cualquier localidad geográfica, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias para ello”²⁶

Por su parte, Burbano y Lucero²⁷ reportan que: utilizaron tres tratamientos To, Pasto aubade, T1 germinado de trigo y T2 germinado de cebada en la alimentación de conejos (Tabla 5). Los mejores resultados se obtuvieron con el germinado de cebada, tanto para la digestibilidad, prueba de comportamiento e índice de productividad. De igual forma, manifiestan que Timarán, Cevallos y Caicedo (1984) realizaron una investigación en cuyes de engorde, utilizando cebada germinada, trigo germinado y cebada y trigo germinado, como un suplemento para los pastos tetralite y aubade. Los granos germinados mejoraron el incremento diario de peso.

²⁴ *Ibíd.*, p. 1.

²⁵ IZQUIERDO, Juan. Artículos silvo agropecuarios. El forraje verde hidropónico (FVH) como tecnología apta para pequeños productores agropecuarios.1999-2002 [citado 2008-25-03]. Disponible en Internet Copyright www.rlc.fao.org/prior/segalim/forraje.htm. P. 1

²⁶ HERRERA ANGULO, Ana Maria, *et al*. Degradabilidad y digestibilidad de la materia seca del forraje verde hidropónico de Maíz (*Zea mays*), respuesta animal en términos de consumo y ganancia de peso. Universidad del Zulia. Venezuela. 2008. [citado en 10-06-08]. Disponible en Internet. www.buscagro.com/detailed/40654.htm/

²⁷ BURBANO MARTÍNEZ, Dary Andrea y LUCERO BENAVIDES, Rosa Anabelly. Valoración nutritiva de cereales germinados de trigo (*Triticum spp.*), cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) en la alimentación de conejos (*Oryctolagus cuniculus*). Pasto, 2.006. p. 36. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

Tabla 5. Composición química del maíz en grano y germinado (MS)

Nutriente	MS %	Proteína	Ceniza %	EE	Fibra %	ELN
Grano	87	9.5	2	3.8	2	82.7
Germinado	22.35	12.26	1.84	4.25	8.87	72.78

Fuentes: D.C Church. W G Pond (1998) y Carlos Carballo /www.Zootecnocampo.com

García afirma que en la transformación de la semilla en planta tienen lugar varias reacciones químicas fermentativas que transforman los hidratos y almidones concentrados en el grano para el desarrollo de la planta, en nutrientes que se digieren mucho mejor que consumiendo los granos enteros o sus derivados. Se sintetizan gran cantidad de enzimas y vitaminas y se liberan los minerales haciéndolos más bio-disponibles y asimilables.

El mismo autor manifiesta que en el proceso de germinación, bajo la influencia del agua, el calor y el oxígeno, se produce procesos biológicos que transforman favorablemente la composición de los granos. Gracias a la enzima amilasa, el almidón se transforma en azúcares simples. Durante la germinación, la calidad de las proteínas se mejora igualmente, gracias a la descomposición de las cadenas complejas de proteínas en aminoácidos libres y al aumento del contenido en aminoácidos esenciales (entre otros la Lisina). Las grasas se transforman en ácidos grasos libres. Gracias a todas estas modificaciones y al aumento del contenido en humedad, los granos germinados se digieren más rápidamente y son más ricos en vitaminas A, B, y E, calcio, potasio, magnesio y en oligoelementos como: hierro, selenio y zinc.²⁸

Vilalta manifiesta que las semillas pueden mantenerse inactivas hasta que las condiciones sean apropiadas para germinar. Todas las semillas necesitan agua, oxígeno, y una temperatura óptima. Cuando una semilla se expone a unas condiciones apropiadas, el agua y el oxígeno son tomados a través de la cáscara de la semilla. Las células del embrión comienzan a agrandarse, la cáscara empieza a

²⁸ GARCÍA, Román David. Germinación [on line]. Journal 2 ed. Argentina. Unión Vegetariana Internacional, Rev.29 abril de 2004 [citado en 2006-4-10]. Creed Mangels; V0053N. Disponible en Internet: URL: <http://www.uva.org.ar/germinados.html>. p.2.

abrirse y la raíz emerge primero, seguida por un brote muy pequeño que contiene hojas y tallos.²⁹

4.3.1 Ventajas de los germinados.

Carballo Moncada contempla las siguientes ventajas.

- 1). Se produce en reducido espacio. El sistema permite una siembra de alta densidad. Esta producción se realiza en bandejas colocadas en estantes.
- 2). De menor inversión, ya que no se necesita de grandes extensiones para su producción.
- 3). Logra mejoras muy significativas en alimentación, reproducción y sanidad
- 4). Se mejora la ganancia de peso, conversión alimenticia, además de estimular el sistema endocrino y aumentar la actividad metabólica, observándose un aumento en la fertilidad y favorece el sistema inmune.
- 5). Sirve para toda clase de animales, caballos, vacas, chivos, borregos, gallinas, conejos, cerdos, etc.
- 6). De 1.7 Kg de semilla de maíz se obtienen hasta 12 Kg de germinado ocho días después de la siembra.
- 7). Se puede producir durante todo el año, sin depender de las estaciones climáticas.
- 8). Tiene un alto valor nutritivo, permite contribuir con un manejo ecológico.
- 9). Son digeridos fácilmente por el organismo.

Así mismo, reporta que en el proceso de germinación de una semilla se produce una serie de transformaciones cualitativas y cuantitativas muy importantes. El germen del embrión de la futura planta, a partir de un almacén de energía en forma de carbohidratos y lípidos, es capaz de transformarse en pocos días en una plántula con capacidad para captar energía del sol y absorber elementos minerales de la solución nutritiva;

²⁹ VILALTA, Santi. Los germinados, una fuente de salud.[online]. Zafono 3 ed. Argentina. [citado en sep 4 2006]. Grupo salud: 1357. Disponible en Internet <http://www.enbuenasmanos.com/ARTICULOS/muestra.asp?art=156>>

en este estado, la planta, tanto en su parte aérea como en la zona radicular, se encuentra en un crecimiento acelerado, con poco contenido de fibra y un alto contenido en proteína, parte de la cual se encuentra en estado de nueva formación, por lo que gran parte de los aminoácidos están en forma libre y son aprovechables más fácilmente por los animales que la consumen³⁰

³⁰ CARBALLO MONCADA, Op. Cit., p.1.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 LOCALIZACIÓN

El trabajo se llevó a cabo en el Municipio de El Tambo, Departamento de Nariño, localizado a 43 Km. de la ciudad de Pasto, a una altura de 2250 msnm con temperatura promedio de 16 °C y precipitación media anual de 1.199 mm³¹.

5.2 INSTALACIONES Y EQUIPOS

5.2.1 Corrales. Para el desarrollo del trabajo se utilizó el sistema de cama profunda, piso en viruta, con espesor inicial de 30 cm, la cual se reemplazó una sola vez durante el periodo experimental. Corrales en guadua, techo en plástico, a dos aguas, cada corral contó con dos (2) comederos plásticos, de 0.20 m de ancho, 0.20 m de alto y 0.30 m largo, y un (1) bebedero automático. Las medidas de los corrales fueron de 1.5 m de ancho por 1.5 m de largo.

Los equipos empleados fueron:

- a. Báscula, para el pesaje de los animales con capacidad hasta 200Kg.
- b. Balanza comercial para el pesaje de alimento con capacidad hasta 20 Kg.
- c. Estantes en plástico para germinar el maíz.
- d. Baldes plásticos.
- e. Balanza electrónica con capacidad de 10 Kg, para el pesaje del alimento rechazado.
- f. Bomba mecánica de 20 L para el riego del germinado.

5.2.2. Preensayo. Periodo durante el cual se suministró germinado, con el propósito de adaptar los animales a la dieta y las condiciones de los corrales.

³¹ GÓMEZ LÓPEZ, Carlos Javier. Cultura historia regional municipio de El Tambo. Empresa editora de Nariño "Editar" Pasto, Nariño, Colombia. 2000. p. 23

5.2.3 Germinado. La germinación se realizó en un módulo designado para este fin, construido con madera y plástico en forma de bastidor con cinco niveles, con capacidad para germinar 20 Kg de maíz por cada nivel.

Se ocupó un espacio de 30 cm. por 1 m para un kilogramo de grano de maíz. La cantidad de maíz a germinar durante los 86 días que duró el periodo experimental fue la siguiente:

Para los primeros 18 días, se sembraron 7.8 Kg de maíz por día.

Para 17 días siguientes se sembraron 9 Kg de maíz por día.

Para 15 días siguientes se sembraron 10.5 Kg de maíz por día.

Para 25 días siguientes se sembraron 11.8 Kg de maíz por día.

Para 11 días siguientes se sembraron 13.68 Kg de maíz por día.

Proceso de germinación.

A. Pesar el grano de maíz, nuevo y limpio de impurezas.

B. Ponerlo dentro de un balde de agua.

C. Dejar el grano remojando durante 24 horas.

D. Escurrir el agua y dejar el grano en reposo durante 48 horas en un balde con tapa para protegerlo de la luz.

E. Después del reposo, sembrar en el módulo de germinación poniendo el grano uniformemente.

F. Regar agua 3 veces por día.

En un plazo de ocho días se obtiene el grano germinado listo para dar a los animales.

Teniendo como pauta el nivel de inclusión de germinado en los diferentes tratamientos, el número de animales y el periodo de germinación del maíz (8 días), se realizó la programación para obtener germinado de condiciones similares todo el tiempo.

5.3 RENDIMIENTO DEL GERMINADO.

Para determinar el rendimiento del germinado de maíz (*Zea mays*), se llevó a cabo la germinación de cuatro variedades de maíz amarillo más comunes de la

zona (Clavito, Granizo, Diente de caballo rojo y De año amarillo). Se hicieron cinco réplicas de 100 gramos cada una, se escogió la variedad con mayor porcentaje de germinación y rendimiento.

5.4 PLAN SANITARIO

Al inicio del trabajo se desinfectaron las instalaciones con cal, se realizó una desparasitación de los animales con un producto a base de ivermectina, dosis de 1 ml por cada 33 Kg de peso, la cual se hizo una semana después de la llegada de los animales.

5.5 ANIMALES

Se utilizaron 48 cerdos machos, de aproximadamente 30 Kg + 2Kg de peso, de cruces comerciales (Duro – York -- Pietrain), animales provenientes de la granja Las Brisas, en el Municipio de Palmira (Valle del Cauca).

5.6 PERIODO EXPERIMENTAL

El trabajo experimental fue de 86 días, 35 días en levante y 51 días en ceba, previo un periodo de acostumbramiento de 15 días. Simultáneamente se realizó el proceso de germinado.

5.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó un diseño completamente aleatorizado con 4 tratamientos (nivel de inclusión de germinado 0, 10%, 20%, 30%) con 6 réplicas por tratamiento y dos animales como unidad experimental.

El modelo estadístico para describir cada una de las variables fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_j + E_{ij}$$

Y_{ij} = Respuesta de la i ésima unidad experimental sometida al i ésimo tratamiento

μ = Media general

T_j = Efecto del i ésimo tratamiento

E_{ij} = Efecto del error experimental entre tratamientos

Los resultados obtenidos en cada variable se analizaron en el programa SAS. Además se realizó la prueba de Duncan para establecer cual o cuales fueron los mejores tratamientos.

5.8 TRATAMIENTOS

Se evaluaron 4 dietas experimentales con diferente nivel de inclusión de germinado de maíz amarillo (*Zea mays*), de la variedad Diente de caballo rojo. Los respectivos porcentajes de inclusión de germinado se realizaron en base seca.

To: Testigo. Concentrado comercial.

T1: 10 % germinado, 90% concentrado comercial.

T2: 20% germinado, 80% concentrado comercial.

T3: 30% germinado, 70% concentrado comercial.

5.9 ALIMENTACIÓN

Tabla 6. Consumo de Alimento

Peso Kg.	Días	Consumo Kilogramos (MS)	
		Día	Acumulado
20-30	16.00	1.360	21.8
30-40	15.12	1.690	47.3
40-50	14.24	2.010	75.9
50-60	13.36	2.300	106.7
60-70	12.48	2.540	138.4
70-80	11.60	2.760	170.4
80-90	10.72	3.000	202.5
90-100	9.84	3.290	234.9

Fuente Solla (2006).

Durante los primeros 15 días de pre-experimentación se suministró el germinado, con el fin de que los animales se acostumbren a él. En este periodo se observó el comportamiento de los animales en lo atinente al consumo del germinado, con miras a definir la forma a suministrar. Posterior a esto se

realizó el periodo experimental, en el cual se dio el alimento pesado en los niveles preestablecidos, 4 veces al día así: 7 AM germinado, 10 AM concentrado y 2 PM y 6 PM concentrado. Se realizaron los ajustes pertinentes de acuerdo a la tabla de consumo de Solla. Tabla 6

5.10 DIETAS

Los aportes de energía y proteína de cada uno de los tratamientos, y de cada fase se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7. Aportes de energía y proteína de los tratamientos en levante y ceba.

Tratamientos	T0	T1	T2	T3
Concentrado (%)	100	90	80	70
Germinado (%)	0	10	20	30
Total (%)	100	100	100	100
LEVANTE				
Proteína (%)	17	16.47	15.95	15.43
Energía Mcal/Kg. EM	3.2	3.19	3.18	3.17
CEBA				
Proteína (%)	13	12.87	12.75	12.63
Energía Mcal/Kg. EM	3.2	3.19	3.18	3.17

5.11 VARIABLES EVALUADAS.

5.11.1 Consumo de alimento. Es la diferencia entre alimento suministrado y alimento rechazado diariamente en cada unidad experimental.

Consumo de alimento = (alimento ofrecido - alimento rechazado)

5.11.2 Ganancia diaria de peso. Se calculó por diferencia entre el peso final obtenido y el peso inicial, dividido entre el número de días del periodo experimental mediante la formula.

Ganancia diaria de peso =(peso final - peso inicial) / número de días

5.11.3 Conversión alimenticia (CA). Es la relación entre la cantidad de alimento consumido (AC) y la ganancia de peso (GP).

CA = Alimento consumido/ Incremento de peso.

5.11.4 Mortalidad. Se determinó mediante la diferencia entre número inicial y número final de animales en cada uno de los tratamientos, expresado en porcentaje.

5.11.5 Análisis parcial de costos. Se realizó un análisis parcial de costos de los diferentes tratamientos.

5.11.6 Grasa dorsal. Se llevó a cabo cuando los animales alcanzaron un peso promedio de 90 Kg, mediante el método manual propuesto por Haces, haciendo una incisión con bisturí a nivel de la primera costilla, última costilla y última vértebra lumbar.

Para la medición se utilizó la regla de Haces, así:

1. Se pesaron los animales el día que se realizó la medición.
2. Se tomó las tres medidas en el lugar correspondiente
3. Se promedió las tres medidas.
4. Se procedió a multiplicar el promedio de las tres medidas por el factor de corrección correspondiente, que se indica en la Tabla 8.

Chamorro, citado por Benavides y Díaz, indica la siguiente tabla para el valor de corrección³².

³² CHAMORRO TREJOS, Leandro. Citado por BENAVIDES Y DÍAZ, Op. Cit, p.27.

Tabla 8. Factor de corrección (FC) para expresar el espesor de grasa dorsal en cerdos vivos ajustado a 90 Kg. de peso.

Peso vivo (Kg.)	F.C.
78.75	1.070
81.60	1.056
83.25	1.043
85.50	1.023
87.75	1.014
90.00	1.000
92.25	0.987
94.50	0.974
96.75	0.961
99.60	0.959
101.25	0.953
103.50	0.951
104.50	0.950

Fuente: Chamorro (1982)

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. ANALISIS BROMATOLÓGICO

En la Tabla 9 se indica la composición nutricional del germinado de maíz (*Zea mays*)

Tabla 9. Analisis bromatológico del germinado de maiz amarillo de la variedad diente de caballo rojo.

ANALISIS	% B.H	% B.S
Humedad	68.32	
Matéria Seca	31.68	
Ceniza	0.55	1.74
Extracto Etéreo	1.53	4.82
Fibra Cruda	2.25	7.09
Proteína	3.74	11.79
E.N.N	23.62	74.55
ED (Kcal./Kg)	1300	4110
F.D.N	9.48	29.91
F.D.A	2.12	6.68

Fuente. Laboratorio de Bromatología, Universidad de Nariño (2007)

Por lo que se observa en el análisis bromatológico del germinado de maíz (*Zea mays*), el contenido de materia seca se encuentra en un alto porcentaje (31.68 %); por lo tanto, se estima que hay una mayor concentración de nutrientes, que hace que el animal, con un consumo bajo tenga cantidades de nutrientes que ayude a suplir sus necesidades nutricionales. Carballo (2000) encontró un contenido de materia seca para el germinado de 22.35 %, que lo hacen inferior en un 9.33 % al encontrado en esta investigación.

El contenido de proteína del germinado con respecto al del maíz en grano mejoró notablemente, pasando de un 9.5 % a un 11.79 %; por consiguiente, se incrementa el valor nutricional del grano germinado. Carballo (2000) manifiesta valores en proteína del germinado de 12.26 %.

El reporte del análisis indica que el nivel de FDA es bajo, por lo que se puede inferir que el germinado de maíz presenta una alta digestibilidad, ya que los contenidos bajos de FDA se asocian con valores altos de digestibilidad. De todas formas, cabe aclarar que para que se cumplan las funciones gastrointestinales, es indispensable que la dieta posea un mínimo de fibra, caso contrario, el animal sufrirá trastornos digestivos.

6.2. CONSUMO DE ALIMENTO

En la Tabla 10 se presentan los resultados de esta variable.

Tabla 10. Consumo de alimento (Kg. Ms)

Tratamiento	LEVANTE	CEBA
T0	61.99 a	129.70 a
T1	61.84 b	127.63 b
T2	60.27 c	126.60 c
T3	59.69 d	126.08 d

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas

En levante, el mayor consumo se observó en el T0 (61.99 Kg) seguido de T1 (61.84 Kg), T2 (60.27 Kg) y T3 (59.69 Kg). En la fase de ceba se encontró valores para T0 de 129.70 Kg, T1 de 127.63 Kg, T2 126.60 Kg y T3 con 126.08 Kg. El análisis de varianza (Anexo A) reveló diferencias ($p < 0.01$) entre tratamientos, tanto en levante como en ceba. La diferencia en el consumo entre tratamientos se debió quizá a que las dietas con mayor inclusión de germinado coparon con menor MS la capacidad gástrica de los animales. El alto contenido de agua en el germinado, pudo haber contribuido a desplazar el consumo de MS, ya que los animales se saciaron más rápido y, por ende, un menor consumo de M.S.

Al parecer, la capacidad física del tracto digestivo y la voluminosidad de la dieta tienen estrecha relación. El volumen puede restringir el consumo de alimento, si la cantidad de alimento que el animal debiera comer para llenar sus requerimientos es mayor que su capacidad gástrica.

El menor consumo en los tratamientos en los cuales se empleó germinado, puede atribuirse a que el tiempo de permanencia dentro del tracto digestivo, pudo ser mayor que en el tratamiento testigo, debido posiblemente al alto volumen que pudo presentar el germinado.

Al respecto, Savón menciona que la regulación física del consumo es el principal factor que influye en la ingestión de alimento por su mecanismo de tiempo de retención de materia seca en el estómago. Los alimentos que poseen mayor tiempo de retención en el estómago, tienen un consumo más bajo que los que tienen un tiempo de retención más corto³³.

³³ SAVÓN, Lourdes. Producción y utilización de recursos foliares en la alimentación porcina. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. [citado en 10-06-08]. Disponible en Internet, <http://www.ian.info.ve/porcinos/ublicaciones/roducerdosarticulo4.htm>. p. 9.

Church argumenta que es evidente que la textura y el tamaño de partícula de los alimentos pueden estar relacionados con su aceptabilidad. Los alimentos comprimidos son un buen ejemplo ya que la mayoría de especies domésticas aceptan fácilmente los alimentos comprimidos o granulados en comparación con los granos enteros³⁴.

Por otra parte, la presentación del germinado (textura) pudo influir de forma negativa en el consumo, debido al cambio de dieta.

Al respecto, Fontanillas y Rouda mencionan que en cerdos en crecimiento y engorde, cambios en la composición de la dieta pueden tener un impacto en el nivel de consumo de alimento. Los animales tienden a mostrar comportamientos de rechazo frente a nuevos alimentos y necesitan un cierto período para adaptar el consumo a los cambios en la dieta.³⁵

La cantidad de fibra de las diferentes raciones no afectó el consumo, ya que los niveles se encontraron dentro de lo requerido por los animales (6% - 8%), según el NCR.³⁶

Por su parte, Chauca, citado por Belalcázar y Narváez, afirma que “la importancia de un nivel adecuado de fibra en la ración no solo radica en el grado de digestibilidad, sino en el papel que cumple para lograr un correcto funcionamiento del aparato digestivo, retardando el contenido alimenticio a través de éste”³⁷.

³⁴ CHURCH. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Limusa. México 1990. P. 298.

³⁵ FONTANILLA, Ramón y ROUDA, Eugeni. Palatabilidad y consumo alimentario en el cerdo de la percepción sensorial a las mejoras productivas. División zootecnia Lucta S.A. Barcelona España. [citado en 10-06-08]. Disponible en Internet, http://www.lucta.com/publicaciones/TP_Lucta_2002_piglets_Lctrom_review_spanish_nanta.pdf. P.12.

³⁶ CROMWELL, Gavy. Presentación de las recomendaciones nutricionales del NCR para porcinos. USA.1998.[citado en 15-07-08]. Disponible en Internet, <http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/98.cap>. p3.

³⁷ BELALCAZAR LÓPEZ, Luís Alonso y NARVÁEZ ARTEAGA, Oscar Armando. Valoración nutritiva del forraje colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) en mezcla con pasto kikuyo (*Penisetum clandestinum*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) fase de levante y engorde. Pasto, 2008. p. 45. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

Sorensen, citado por Gómez y Cárdenas, explica que la fibra en el alimento debe significar menos problemas intestinales, y que el volumen debe hacer que los cerdos, se sientan satisfechos y luego más calmados después de consumir su ración diaria.³⁸

6.3 GANANCIA DIARIA DE PESO

6.3.1 Fase de levante: se observan en la Tabla 11 los resultados de cada uno de los tratamientos anexo B.

Tabla 11. Ganancia diaria de peso (Kg.).

Tratamiento	LEVANTE	CEBA
T0	0.63 a	0.79 a
T1	0.62 a	0.80 a
T2	0.57 b	0.76 b
T3	0.50 c	0.71 c

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas.

Los tratamientos T0 y T1 presentaron el mejor incremento de peso 0.63 Kg y 0.62 Kg, lo que demuestra que el germinado en un 10 % cubre a cabalidad como suplemento de la dieta de concentrado, indicando que no hubo un efecto significativo en la ganancia diaria del T1 con respecto al testigo. No pasó lo mismo con las dietas de mayor nivel de inclusión de germinado, donde los incrementos se redujeron (T2 0.57 Kg y T3 0.50 Kg) como consecuencia del menor consumo de MS y los nutrientes contenidos en ésta.

El buen desempeño de los animales del T1 con 10% de germinado, puede atribuirse al mejor contenido y aprovechamiento de los nutrientes y quizá el consumo y contenido de aminoácidos de este alimento resultó más digestible y su equilibrio en nutrientes pudo influir en los resultados.

La ganancia de peso de los animales del T1 también pudo verse influenciada por el grado de digestibilidad del germinado, que después del proceso germinativo sus nutrientes aumentan y están más disponibles para el animal.

Silva, citado por Burbano y Lucero, expresa que la ganancia de peso está afectada directamente por el consumo y calidad del alimento (digestibilidad), es

³⁸ GÓMEZ GUERRERO, Guido Olmedo y CADENAS BUSTOS. Edwin Roberto. Op. Cit, P.22.

decir, entre mayor sea el consumo y mejor la calidad del alimento, la ganancia de peso será mayor, siempre y cuando se tenga en cuenta los factores que pueden afectar el consumo (edad, tamaño, estado fisiológico, aporte nutricional, palatabilidad, etc.).³⁹

6.3.2 Fase de ceba. El mejor comportamiento lo presentó el tratamiento T1 (0.80) seguido por el T0 (0.79). Al realizar el análisis de varianza (anexo F), entre estos tratamientos no se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0.01$). El grado de aprovechamiento de las dietas fue similar en los dos tratamientos. A pesar de que el tratamiento T1, con 10% de inclusión de germinado, presentó un menor aporte de nutrientes, se nota un incremento notorio en ganancia de peso.

El peso alcanzado por dicho tratamiento se debió posiblemente a que el volumen de la dieta fue menor y la cantidad de energía y proteína aportados en la ración fueron bien aprovechados por el animal, debido a que en el proceso de germinación se desencadenan una serie de reacciones que hacen que los nutrientes del germinado estén más disponibles para el animal.

Rodríguez, citado por Burbano y Lucero, señala que “la germinación convierte a las semillas secas y duras en brotes tiernos ricos en nutrientes, ya que transforma la proteína en aminoácidos, los carbohidratos son modificados en azúcares simples, las grasas en ácidos grasos, los minerales se hacen más asimilables y las vitaminas se desarrollan durante la germinación.”⁴⁰

Según Carballo⁴¹, una de las ventajas que presenta el germinado es que se mejora la ganancia de peso, conversión alimenticia, además estimula el sistema endocrino, aumenta la actividad metabólica y favorece el sistema inmune.

Por otra parte, el incremento de peso logrado por el tratamiento T1 se puede atribuir a la mayor permanencia del alimento dentro del tracto digestivo, mayor disponibilidad y solubilidad de los nutrientes en el germinado, mejorando así la absorción de los mismos, contribuyendo a una mayor digestibilidad.

En este sentido, Bondi, menciona que “el tiempo de estancia de un alimento en el canal gastrointestinal, depende en gran medida del estado fisiológico de los

³⁹ BURBANO, Dary y LUCERO, Rosa. Op. Cit., p.69.

⁴⁰ Ibid., p.69.

⁴¹ CARBALLO MONCADA, Op. Cit., p .3.

animales y además de la estructura y consistencia de la dieta, y nivel de fibra ingerida”⁴²

Los menores incrementos de peso para los tratamientos T2 y T3, en condiciones normales de salud de los animales, pudo deberse a que las raciones con mayor inclusión de germinado de maíz afectaron el consumo y, en consecuencia, un menor aporte de nutrientes.

Por su parte, Maynard, contempla que: “el crecimiento está caracterizado principalmente por un aumento de proteínas, materias minerales y agua. Además, desde el punto de vista de la nutrición, se requiere considerable ingestión de sustancias energéticas para sostener los procesos de crecimiento.”⁴³

Morrison⁴⁴, manifiesta que los cerdos deben recibir para lograr aumentos de peso rápidos y económicos, raciones debidamente balanceadas, bien equilibradas que proporcionen una cantidad satisfactoria de proteína y que además sean de buena calidad. Se debe cuidar igualmente de que queden ampliamente satisfechas sus necesidades de minerales y vitaminas..

6.4 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

En la Tabla 12 se presentan los resultados de esta variable.

Tabla 12. Conversión alimenticia (Kg)

Tratamiento	LEVANTE	CEBA
T0	2.78 c	3.20 b
T1	2.84 c	3.12 c
T2	3.00 b	3.22 b
T3	3.42 a	3.49 a

Letras diferentes en la misma columna indica que existen diferencias estadísticas.

En la fase relevante, para el T0 se encontró un valor de 2.78 Kg, en el T1 se encontró un valor de 2.48 Kg, T2 3.0 Kg y T3 3.42 Kg. El análisis estadístico

⁴² BONDI, Op. Cit., p.217.

⁴³ MAYNARD, A. Nutrición Animal. Séptima edición. México 1981. Editorial MC Graw-Will., p 45.

⁴⁴ MORRISON, Frank. Compendio de Alimentación de Ganado. Noriega editores. México.1994, pag560

reporto que entre los tratamientos T0 y T1 no hubo diferencias estadísticas significativas ($p>0.01$), lo que demuestra que al implementar germinado en la dieta del cerdo en un 10 % se constituye en una alternativa de alimentación para cerdos en levante. Al compararlos con los tratamientos T2 y T3 se encuentran diferencias estadísticas ($p<0.01$), siendo el de menor conversión el T3 con 30% de inclusión de germinado con 3.42.

6.4.1 Fase de Levante. En la Tabla 12 se presentan los datos para conversión alimenticia para la fase de levante.

En la Tabla 12 se observa el mejor valor de conversión en el tratamiento, con 10 % de germinado (T1), obedeció posiblemente a que los nutrientes de este alimento se utilizaron con mayor eficiencia, explicada por la buena digestibilidad de sus componentes, ya que el bajo nivel de FDA reportado por el análisis bromatológico lo cataloga como un alimento de alta digestibilidad.

Al respecto, Fahey y Berger, citados por Araujo y Narváez, comentan que “alimentos con bajos niveles de fibra en detergente ácido FDA se asocian con una alta digestibilidad y niveles altos en fibra detergente neutro FDN se relacionan con un mayor consumo de alimento”⁴⁵.

Maynard *et al*, sostienen que “la digestibilidad de la proteína se complementa cuando la composición química del alimento favorece la digestión por el equilibrio nutricional que, independientemente de su contenido proteico bruto, cobra mayor importancia a la variedad de aminoácidos que hagan parte de éste”⁴⁶.

Cheeke, citado por Burbano y Lucero, expresa que las grasas de los cereales suelen ser más digeribles y tienen altos valores energéticos, mejorando la eficiencia de transformación del alimento, y mantienen niveles energéticos adecuados sin provocar la sobrecarga de carbohidratos en el intestino grueso”⁴⁷.

⁴⁵ ARAUJO, Maria y NARVÁEZ, Diana. Valoración de las harinas de zarza (*Mimosa albida*) y ortigo (*Urera sp*), en levante y ceba de cuyes (*Cavia Porcellus*). Pasto. Colombia: 2008, p. 54. Trabajo de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

⁴⁶ MAYNARD, A. Nutrición Animal. Séptima edición. México 1981. Editorial MC Graw-Will., p 44

⁴⁷ Ibid., p.61.

6.4.2 Fase de Ceba. En la Tabla 12 se presentan los datos para conversión alimenticia promedio durante la fase de ceba. Al realizar el respectivo análisis de varianza (Anexo G), se encontró diferencias significativas ($p < 0.01$) encontrando que el mejor valor lo presentó el T1 (3.12), entre los tratamientos T0 (3.20) y T2 (3.22) no se encontró diferencias ($p > 0.01$). El T3 (3.49) fue el de peor valor que significa que para ganar un kilogramo de peso corporal necesita mayor cantidad de alimento.

A pesar de presentar diferencias en el consumo de alimento para los tratamientos, la conversión alimenticia se mejoró considerablemente. Este comportamiento pudo obedecer a lo reportado por Carballo⁴⁸, quien menciona que durante el proceso de germinación de las semillas se genera una serie de transformaciones por encontrarse en un crecimiento acelerado, con poco contenido de fibra y un alto contenido de proteína, parte de la cual se encuentra en estado de nueva formación, por lo que gran parte de los aminoácidos están en forma libre y son aprovechables más eficientemente por los animales que la consumen. Del mismo modo, la conversión se mejoró con la inclusión de 10 % de germinado. Esto se explica, posiblemente con lo reportado por el mismo autor, quien menciona que el germinado presenta gran cantidad de vitaminas necesarias para las reacciones metabólicas en el interior de las células.

La mejor conversión por parte de los animales que consumieron 10% de germinado se presentó porque la ganancia de peso de estos animales fue mayor, por lo tanto, la cantidad de alimento para ganar un kilogramo de peso fue más baja.

6.5 GRASA DORSAL

En la Tabla 13 se indica el espesor de grasa dorsal promedio ajustada a los 90 Kg de peso vivo.

Tabla 13 Grasa dorsal.

Tratamiento	Grasa dorsal (cm)
T0	1.91 a
T1	2.17 a
T2	1.99 a
T3	1.99 a

⁴⁸ CARBALLO MONCADA. Op. Cit., p .6.

Letras iguales en la misma columna significa que no existe diferencias estadísticas

El análisis de varianza (Anexo D) confirma que no existen diferencias estadísticas significativas ($p > 0.01$) entre los tratamientos evaluados. Los valores no varían entre tratamientos, además estos valores hacen referencia a un tipo de cerdo mejorado encaminado a satisfacer la tendencia actual del mercado de comercializar cerdos tipo magro.

Gallego, citado por Benavides y Díaz, reporta que si hay un exceso de energía por encima de la requerida para el desarrollo del tejido magro, será utilizada para depositar grasa en el cuerpo⁴⁹.

Los promedios de grasa dorsal obtenidos en este estudio (2.015 cm.), son menores a los obtenidos por Investigadores y técnicos del Centro de Investigaciones Corpoica Turipaná, quienes obtuvieron un espesor de grasa dorsal de (3.2 cm.) para cerdos alimentados con maíz nacional más un núcleo proteico⁵⁰.

Gallego⁵¹, citado por Miranda y Palacios, argumenta que, mediante una buena selección genética, se ha logrado cambiar las proporciones de tejido magro y de grasa en los animales, creando un moderno tipo de cerdo con más volumen de tejido magro y con menor cantidad de grasa, lo que repercute en mayores ganancias para el productor.

6.6 ANÁLISIS ECONÓMICO

Siguiendo el método propuesto por Ospina Machado⁵², en la Tabla 14 se encuentran los datos referentes a costos de la ración por tratamiento, precio

⁴⁹ BENAVIDES, Carlos y DÍAZ; Claudia, Op. Cit., P. 40.

⁵⁰ CENTRO DE INVESTIGACIÓN TURIPANA. CORPOICA. Rendimiento del grano del híbrido Corpoica Turipana H 12 y un testigo comercial durante 2 años en 8 localidades en el valle del Sinú. P. 3. [On line]. 2001. [citado abril 1 de 2008]. disponible en Internet: <http://www.Turipana.org.co/Maíz pm. htm>

⁵¹ MIRANDA ROSERO, Michael Omar y PALACIOS VALLEJOS, Juan José. Evaluación nutricional de las vísceras de pollo en la alimentación de cerdos en la fase de ceba. Pasto, 1.999. p. 11. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

⁵² OSPINA MACHADO, Julio Ernesto. Economía, Administración y Mercadeo Agropecuario. Bogotá. Colombia. Marzo del 2001, p 137, 138.

por kilogramo de concentrado y germinado, incremento de peso y la relación costo beneficio, encontrados durante el periodo experimental.

La relación costo beneficio para el tratamiento T0 fue de \$1.25, para T1 de \$1.32, T2 \$1.31 y de \$1.24 para T3. Esta relación indica que por cada peso invertido se obtuvo un beneficio de \$ 0.25, \$0.32, \$0.31 y \$0.24 respectivamente (Tabla 14). El T1 presentó el mejor resultado. Este se explica por el precio del kilogramo del alimento y el incremento de peso.

El respectivo análisis económico también indica que el tratamiento T2 presenta un mejor comportamiento con respecto al T0, lo que muestra que emplear germinado en un 20 % en la dieta del cerdo, genera una mayor rentabilidad en el mismo periodo de tiempo.

Tabla 14 Relación costo beneficio por tratamiento.

	Costo / Kg	T0	T1	T2	T3
Germinado	206.4	0	154.375	309.648	463.929
Concentrado L	962.5	826.980	746.130	645.645	564.795
Concentrado C	937.5	1675.125	1.490.625	1.318.500	1.150.875
Total \$		2.502.105	2.391.130	2.273.794	2.179.599
Incremento de peso Kg.		62.45	62.7	59.33	53.66
Precio/Kg		4.200	4.200	4.200	4.200
N. Animales		12	12	12	12
Total		3.147.480	3.160.080	2.990.232	2.704.464
Costo/Beneficio		1.25	1.32	1.31	1.24

(Precios a 2007)

6.7 MORTALIDAD

No se presentó mortalidad en ninguno de los tratamientos evaluados, lo que permite inferir que el germinado de maíz (*Zea mays*) no generó ningún tipo de trastorno metabólico para el animal. Esto indica que puede ser utilizado en la etapa de levante y ceba de cerdos. También se puede anotar que se dieron las condiciones de manejo y alimentación adecuadas durante el ensayo.

Al respecto, Carballo, citado por Burbano y Lucero, sustenta que los germinados tienen una capacidad de eliminar sustancias tóxicas, a esta corta edad las plantas poseen cualidades revitalizantes y regenerativas que ayudan a mantener la salud y depuran el organismo⁵³.

⁵³ BURBANO, Dary y LUCERO, Rosa. Op. Cit., p.73.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

El análisis bromatológico reportó diferencia importante en la composición nutricional de los granos después del proceso de germinación. El nivel de proteína, extracto etéreo y fibra aumentó y garantizó un aporte de nutrientes que compensan parte de las necesidades nutricionales del cerdo.

El cultivo de germinado de maíz permite la disponibilidad durante todo el año de alimentos nutritivos, de buena calidad, con mayor rendimiento en biomasa y de fácil asimilación por el organismo animal.

De las variedades de maíz de la región evaluadas, el mayor rendimiento lo presentó la variedad Diente de caballo rojo con 5 Kg de germinado cosechado por Kg de maíz.

La utilización de germinado de maíz (*Zea mays*) en un nivel del 10 % se constituye en una alternativa de alimentación para cerdos ya que mejora los índices productivos, lo que genera una mayor rentabilidad al productor.

Con relación a la variable grasa dorsal, se concluye que la utilización de germinado de maíz en la alimentación de cerdos no difiere con respecto al tratamiento testigo.

Desde el punto de vista costo / beneficio, la inclusión de hasta 20 % de germinado de maíz, genera una mayor rentabilidad en la ceba de porcinos.

Al incorporar el germinado en la dieta del cerdo, mejoró el comportamiento y generó un menor estrés por parte de los animales con respecto al tratamiento testigo.

7.2 RECOMENDACIONES

Realizar una valoración agronómica del germinado para establecer parámetros productivos que ayuden a encontrar la mayor productividad.

Aprovechar esta clase de materia prima no convencional en la alimentación animal, ya que es de fácil manejo, está disponible en la región y ayuda a reducir los costos de producción.

Recomendar a los productores el empleo de germinado de maíz con el propósito de disminuir costos de producción.

Continuar trabajos de investigación con germinado de maíz en las diferentes especies de interés zootécnico y complementar los trabajos realizados hasta el momento.

Se recomienda la producción de otras variedades de granos germinados que puedan reemplazar parte de los requerimientos nutricionales del cerdo.

Al trabajar con varias variedades de maíz, se recomienda hacer con antelación un preensayo para seleccionar las de mayor rendimiento

BIBLIOGRAFÍA

ALVAN ALFONSO, Héctor Miguel. Producción Pecuaria. 2ª edición. Medellín. 2001. Terranova. p. 236.

ARAUJO ROSERO, Maria Fernanda y NARVAÉZ CASANOVA, Diana Marcela. Valoración de las harinas de zarza (*Mimosa albida*) y ortigo (*Urera sp*), en levante y ceba de cuyes (*Cavia porcellus*). Pasto.2008. p 54. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

BENAVIDES ARCINIEGAS, Carlos Iván y DIAZ ZAMBRANO, Claudia Milena. Evaluación de la torta de palmaste en la alimentación de cerdos en fase de ceba. Pasto, 2000. p. 11. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

BENITEZ CARDOZA, Claudia Guadalupe. El Maíz origen composición y morfología. México2006. [Citado en 12-05-09]. Disponible en Internet; www.semillas.org.co/sitio.sht

BELALCAZAR LÓPEZ, Luís Alonso y NARVÁEZ ARTEAGA, Oscar Armando. Valoración nutritiva del forraje colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) en mezcla con pasto kikuyo (*Penisetum clandestinum*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) fase de levante y engorde. Pasto, 2008. p. 45. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

BONDI, Aron. Nutrición Animal. Zaragoza España.1989. Editorial, Acribia S.A. P. 172.

BURBANO MARTINEZ, Dary Andrea y LUCERO BENAVIDES, Rosa Anabelly. Valoración nutritiva de cereales germinados de trigo (*Triticum spp.*), cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) en la alimentación de conejos (*Oryctolagus cuniculus*). Pasto, 2.006. p. 36.Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

BUXADE CARBO, Carlos. Producción Porcina. Aspectos Claves México 1997. Ediciones Mundi Pesa. Pag 243.

CARBALLO MONCADA, Carlos Ramón. Procedimientos para germinar granos para alimentación animal [online]. Culiacán 2 ed. México: Zootecnocampo, rev. 2 marzo 2000[citado en 01-08-06]. Disponible en Internet:< URL: [http ://zootecnocampo.com7 Documentos/ Germinados .html](http://zootecnocampo.com7 Documentos/ Germinados .html)>.p.1

CENTRO DE INVESTIGACION TURIPANA. CORPOICA. Rendimiento del grano del híbrido Corpoica Turipana H 12 y un testigo comercial durante 2 años en 8 localidades en el valle del Sinú. P. 3. [On line]. 2001. [citado abril 1 de 2008]. Disponible en Internet:<http://www.Turipana.org.co/Maíz qpm. Htm>

CHAMORRO, Leandro. Guía de porcicultura 1. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de zootecnia, 1990. p 15.

CHURCH, A. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Editorial Limusa, S.A. México 1990. P. 298.

CUELLAR, Piedad. Alimentación no convencional de cerdos, mediante la utilización de recursos disponibles. P. 1. [On line]. 2007. [citado en 2008-25-03]. Disponible en Internet: www.cipav.org.co/index.hpm?

CROMWELL, Gavy. Presentación de las recomendaciones nutricionales del NCR para porcinos. USA.1998.[citado en 15-07-08]. Disponible en Internet, <http://www.etsia.upm.es /fedna/capitulos/98.cap>. p3.

DURAN NARANJO, Jaime. Manual de explotación y reproducción porcina. Grupo Latí. 2006. 900 p

ENGLISH, Peater. Crecimiento y finalización del cerdo: cómo mejorar su productividad. México. El manual moderno, 1.992. 600p.

ENSMINGER, M. E. Producción Porcina. Argentina, El Ateneo, 1980. p. 110.

ESCAMILLA, Leopoldo. El cerdo, su cría y explotación. 9 Ed. México, continental, 1984. p 354.

GALLEGO, Margarita. Manual PIC: Producción porcina. Colombia, colección. Contegral, 1996. p102.

GARCÍA, Román David. Germinación, [on line] Journal 2 ed. Argentina; unión vegetariana Internacional, rev.29 abril de 2004 [citado en 2006-4-10]. Reed Mangels; V0053N. Disponible en Internet: URL: te//www.uva.org.ar/germinados.html. p.2.

GÓMEZ GUERRERO, Guido Olmedo y CADENAS BUSTOS, Edwin Roberto. Utilización de lavaza combinada con diferentes niveles de concentrado en la alimentación de cerdos en levante. Pasto, 1.987. p 9. Tesis de grado (Zootecnia). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

GÓMEZ LÓPEZ, Carlos Javier. Cultura, historia regional municipio de El Tambo. Empresa Editora de Nariño "Editar" Pasto, Nariño, Colombia. 2000. p. 23

IZQUIERDO, Juan. Artículos silvo agropecuarios. El forraje verde hidropónico (FVH) como tecnología apta para pequeños productores agropecuarios.1999 - 2002 [citado 2008-25-03].Disponible en Internet Copyright www.rlc.fao.org/prior/segalim/forraje.htm.P. 1.

MAYNARD, A. Nutrición Animal. Séptima edición. México 1981. Editorial MC Graw-Will., p 45.

MIRANDA ROSERO, Michael Omar y PALACIOS VALLEJOS, Juan José. Evaluación nutricional de las vísceras de pollo en la alimentación de cerdos en la fase de ceba. Pasto, 1.999. p. 10. Tesis de grado (Zootecnia). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

MORRISON, Frank. Compendio de Alimentación de Ganado. Limusa S.A. Octava edición. México.1994, pag. 560.

OSPINA MACHADO, Julio Ernesto. Economía Administración y mercadeo agropecuario. Universidad Nacional. Bogotá. Colombia. Marzo del 2001, Editorial Terranova Editores LTDA, Segunda edición. p 137, 138.

PINHEIRO, MACHADO, Luiz Carlos. Los cerdos. Argentina. Editorial Hemisferio Sur. 1973. p. 526.

SALVADOR, Federico y DÍAZ, Luís Humberto. Alimentación de cerdos en engorda. Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia. [citado en 07-05-08] Disponible en Internet [http://comunidad.uach.MX/fsalvador/alimentación de cerdos en engorda . htm](http://comunidad.uach.MX/fsalvador/alimentación%20de%20cerdos%20en%20engorda.htm), p.4.

SANTANDER GUERRERO, Álvaro y LOPEZ ZAMBRANO, Silvio. Comparación de tres planes de alimentación para cerdos en levante utilizando como base la caña de azúcar picada. Pasto, 1.995. p. 25. Tesis de grado (Zootecnia). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

SANTANDER, Francisco. Artículos silvo agropecuarios. El forraje verde hidropónico (fvh) como tecnología apta para pequeños productores agropecuarios. 2007 [citado 2008-25-03]. Disponible en Internet Copyright www.elmejorguia.com. P. 1

SOLLA. Porcinos. 2008 Citado 2008-08-20. Disponible en Internet. www.Solla.com/idex.php?option=com-content&id=3148&Itemid=105. Colombia

VILALTA, Santi. Los germinados una fuente de salud.[online]. Zafono 3 ed. Argentina. [Citado en sep 4 2006]. Grupo salud: 1357. Disponible en Internet <http://www.enbuenasmanos.com/ARTICULOS/muestra.asp?art=156>>

ANEXOS

Anexo A. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento (Kg) en la fase de levante

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F- Valor	Pr > f
Modelo	8	23.47083333	2.93385417	323.78	0.0001
Error	15	0.13592062	0.00906137		
Total correcto	23	23.60675396			

COE Var = 0.156182

Tabla 1. Prueba de Duncan para la variable consumo de alimento (Kg) en la fase de levante

Grupos	Media	TTO
A	61.99183	0
B	61.83517	1
C	60.27433	2
D	59.69383	3

Anexo B. Analisis de varianza para la variable ganancia diaria de peso (Kg) en levante

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F- Valor	Pr > f
Modelo	8	0.06381033	0.00797629	44.97	0.0001
Error	15	0.00266029	0.00017735		
Total correcto	23	0.06647063			

Coef Var = 2.295606

Tabla 2. Prueba de Duncan para la variable ganancia diaria de peso (Kg) en levante

Grupos	Media	TTO
A	0.626833	0
A	0.622000	1
C	0.572167	2
D	0.499500	3

Anexo C. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia (Kg) en levante

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F- Valor	Pr > f
Modelo	8	1.50241667	0.18780208	20.80	0.0001
Error	15	0.13544583	0.00902972		
Total correcto	23	1.63786250			

Coef Var = 3.155661

Tabla 3. Prueba de Duncan para la variable conversión alimenticia (Kg) en levante

Grupos	Media	TTO
A	3.41667	3
B	3.00333	2
C	2.84167	1
C	2.78333	0

Anexo D. Análisis de varianza para la variable grasa dorsal (cm.)

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F- Valor	Pr > f
Modelo	8	0.39141667	0.04892708	1.22	0.3530
Error	15	0.60277917	0.04018528		
Total correcto	23	0.99419583			

Coef Var = 9.950577

Tabla 4. Prueba de Duncan para la variable grasa dorsal (cm.)

Grupos	Media	TTO
A	2.1717	1
A	1.9833	2
A	1.9850	3
A	1.9133	0

Anexo E. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento(Kg.) en ceba

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F- Valor	Pr > f
Modelo	8	46.30461667	5.78807708	603.00	0.0001
Error	15	0.14398229	0.00959882		
Total correcto	23	46.44859896			

Coef Var = .0.076841

Tabla 5. Prueba de Duncan para la variable consumo de alimento (Kg.) en ceba

Grupo	Media	TTO
A	129.70167	0
B	127.63083	1
C	126.59500	2
D	126.08167	3

Anexo F. Análisis de varianza para la variable ganancia diaria de peso (Kg.) en ceba

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F- Valor	Pr > f
Modelo	8	0.03674983	0.00459373	25.69	0.0001
Error	15	0.00268217	0.00017881		
Total correcto	23	0.03943200			

Coef Var = 1.743419

Tabla 6. Prueba de Duncan para la variable ganancia diaria de peso (Kg.) en ceba

Grupo	Media	TTO
A	0.804833	0
A	0.792500	1
C	0.763167	2
D	0.707500	3

Anexo G. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia (Kg) en ceba

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F- Valor	Pr > f
Modelo	8	0.47383333	0.05922917	25.55	0.0001
Error	15	0.03476667	0.00231778		
Total correcto	23	0.50860000			

Coef Var = 1.479057

Tabla 7. Prueba de Duncan para la variable conversión alimenticia (Kg) en ceba

Grupo	Media	TTO
A	3.48500	3
B	3.21833	2
B	3.20000	0
C	3.11667	1

Anexo H. Tablas de las variables evaluadas por tratamiento y replicas para cerdos en levante

Tabla 1. Consumo promedio de alimento en materia seca (Kg) para cerdos en levante.

Replicas	T0	T1	T2	T3
1	61.973	61.860	60.274	59.377
2	61.989	61.877	60.316	59.849
3	62.051	61.811	60.170	59.784
4	61.936	61.848	60.184	59.686
5	61.998	61.821	60.356	59.787
6	62.004	61.794	60.346	59.680
Total periodo/tratamiento (Kg.)	371.951	371.011	361.646	358.163
Promedio/periodo/replica (Kg.)	61.992	61.835	60.274	59.694
Promedio/animal/día (Kg.)	1.771	1.767	1.722	1.706

Tabla 2. Ganancia diaria de peso (Kg) para cerdos en levante.

Replicas	T0	T1	T2	T3
1	0.642	0.636	0.564	0.485
2	0.607	0.600	0.571	0.507
3	0.635	0.622	0.578	0.528
4	0.614	0.622	0.585	0.500
5	0.628	0.635	0.564	0.492
6	0.635	0.617	0.571	0.485
Promedio/animal/día (Kg.)	0.626	0.622	0.572	0.499

Tabla 3. Conversión Alimenticia (Kg) para cerdos en levante.

Replicas	T0	T1	T2	T3
1	2.54	2.78	3.05	3.51
2	2.91	2.94	3.01	3.37
3	2.78	2.84	2.97	3.24
4	2.88	2.84	2.93	3.41
5	2.81	2.78	3.05	3.46
6	2.78	2.87	3.01	3.51
Promedio/animal/día	2.7	2.8	3.0	3.4

Tabla 1. Consumo de alimento (Kg) para cerdos en ceba.

Replicas	T0	T1	T2	T3
1	129.78	127.47	126.56	125.99
2	129.66	127.70	126.49	126.02
3	129.71	127.82	126.73	126.17
4	129.65	127.49	126.37	126.06
5	129.63	127.74	126.65	126.04
6	129.78	127.56	126.77	126.21
Total periodo/tratamiento (Kg.)	39.688.71	39.054.78	38.738.07	38.580.99
Promedio/replica (Kg.)	129.70	127.63	126.595	126.081
Promedio /Animal/día/Kg	2.5	2.5	2.4	2.4

Tabla 2. Ganancia diaria de peso (Kg) para cerdos en ceba.

Replicas	T0	T1	T2	T3
1	0.789	0.761	0.734	0.700
2	0.784	0.815	0.769	0.710
3	0.803	0.828	0.779	0.705
4	0.799	0.818	0.769	0.715
5	0.781	0.780	0.769	0.710
6	0.799	0.827	0.759	0.705
Promedio/Kg.	0.792	0.804	0.736	0.707

Tabla 3. Conversión alimenticia (Kg) para cerdos en ceba.

Replicas	T0	T1	T2	T3
1	3.22	3.24	3.20	3.52
2	3.24	3.09	3.22	3.47
3	3.16	3.06	3.18	3.50
4	3.18	3.07	3.22	3.45
5	3.22	3.21	3.22	3.47
6	3.18	3.03	3.27	3.50
Promedio	3.2	3.1	3.2	3.4

Tabla 4. Grasa dorsal (cm) ajustada a los 90 Kg. de peso vivo.

Replicas	T0	T1	T2	T3
1	1.83	1.98	1.97	1.98
2	2.10	2.14	2.01	1.91
3	1.79	1.89	2.03	2.00
4	1.87	2.11	1.96	1.96
5	2.00	2.10	1.98	2.05
6	1.89	1.81	1.98	2.01
Promedio	1.91	2.00	1.9	1.98

Anexo I. Rendimiento del maíz por replica y por variedad

Variedad	Peso g.	N. Granos	G. germinados	G. no germinados	% germinación	Rendimiento g.
Clavito	100	368	332	36	90.21	472
	100	359	331	28	92.20	476
	100	371	329	42	88.67	466
	100	365	333	32	91.23	471
	100	369	343	26	92.95	478
Promedio	100	366.4	333.6	32.8	91.05	472.6
Granizo	100	202	178	24	88.11	446
	100	208	190	18	91.34	451
	100	197	176	21	89.34	443
	100	205	187	18	91.21	445
	100	201	181	20	90.04	450
Promedio	100	202.6	182.4	20.2	90.00	447
Diente C. R	100	344	324	20	94.1	508
	100	339	318	21	93.8	496
	100	348	329	19	94.5	504
	100	341	311	30	91.2	496
	100	343	319	24	93.00	492
Promedio	100	343	320.2	22.8	93.32	499.2

De año. A	100	245	211	34	86.12	423
	100	251	214	37	85.25	420
	100	242	210	32	86.77	425
	100	239	209	30	87.41	430
	100	247	210	37	85.02	428
Promedio	100	244.8	210.8	34	86.11	425.2
