

UTILIZACIÓN DE LOS GERMINADOS DE MAÍZ (*Zea mays*)
Y TRIGO (*Triticum spp*), EN LA ALIMENTACIÓN DE ANIMALES NO RUMIANTES

JUAN FERNANDO URBANO GONZALEZ

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES, POSGRADOS Y RELACIONES
INTERNACIONALES
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PASTO - COLOMBIA
2012

UTILIZACIÓN DE LOS GERMINADO DE MAÍZ (*Zea mays*)
Y TRIGO (*Triticum spp*), EN LA ALIMENTACIÓN DE ANIMALES NO RUMIANTES

JUAN FERNANDO URBANO GONZALEZ

Monografía presentada como requisito parcial para optar al título de Especialista
en Producción de Recursos Alimentarios para Especies Pecuarias.

Asesor:
JOSÉ EDMUNDO APRÁEZ GUERRERO Zoot. M.Sc., Dr. Sc.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES, POSGRADOS Y RELACIONES
INTERNACIONALES
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PASTO - COLOMBIA
2012

“las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son responsabilidad exclusiva de sus autores”

Artículo 1° del acuerdo N° 324 de octubre 11 de 1966, emanado por el Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

JOSÉ EDMUNDO APRÁEZ GUERRERO Zoot. M.Sc., Dr. Sc.
Asesor

AIDA PAULINA DÁVILA SOLARTE Zoot. M.Sc.
Jurado delegado

EFRÉN GUILLERMO INSUASTY SANTACRUZ Zoot. Esp. M.Sc.
Jurado

San Juan de Pasto, Enero de 2012

Dedico a:

MI PADRE
MI MADRE
MI ESPOSA
MIS HIJOS

JUAN FERNANDO URBANO GONZALEZ

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

JOSÉ EDMUNDO APRÁEZ GUERRERO	Zoot. M.Sc., Dr. Sc.
AIDA PAULINA DÁVILA SOLARTE	Zoot. M.Sc.
EFREN GUILLERMO INSUASTY SANTACRUZ	Zoot. Esp. M.Sc.
LUIS ALFONSO SOLARTE PORTILLA	Zoot. Esp.

Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la culminación de este trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
2.OBJETIVOS	16
2.1. OBJETIVO GENERAL	16
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3. MARCO TEÓRICO	17
3.1 GENERALIDADES SOBRE LOS GERMINADOS	17
3.2 FASES DE LA GERMINACIÓN	20
3.2.1 Absorción de Agua	20
3.2.2 Movilización de Nutrientes	20
3.2.3 Crecimiento	20
3.2.4 Diferenciación	20
3.3 VENTAJAS DEL GERMINADO	21
3.4 FISIOLÓGÍA DEL GERMINADO PARA FORRAJE	21
3.5 RENDIMIENTO	21
3.6 PROCEDIMIENTO PARA LA GERMINACIÓN	22
3.7 VALOR NUTRICIONAL	23
3.8 CEREALES PARA GERMINAR	24
3.8.1 Germinado de Maíz (<i>Zea mays</i>)	25
3.8.2 Germinado de Trigo (<i>Triticum spp</i>)	27
3.9 ALIMENTACIÓN DE ANIMALES NO RUMIANTES CON GERMINADOS	29
3.9.1 Alimentación con Germinados en Aves	30
3.9.2 Alimentación con Germinados en Cerdos	30
3.9.3 Alimentación con Germinados en Conejos	32
3.9.4 Alimentación con Germinados en Cuyes	33
3.9.5 Alimentación con Germinados en Equinos	34
3.9.6 Alimentación con Germinados en Peces	34
5 CONCLUSIONES	35
BIBLIOGRAFÍA	36

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición química de granos de cebada, maíz y trigo	24
Tabla 2. Composición química de germinados de cebada, maíz y trigo	24
Tabla 3. Clasificación taxonómica del maíz	25
Tabla 4. Análisis químico proximal del germinado del maíz	25
Tabla 5. Estimación de la densidad de siembra para el Maíz	27
Tabla 6. Clasificación taxonómica del trigo	28
Tabla 7. Análisis químico proximal del germinado de trigo	28
Tabla 8. Estimación de la densidad de siembra para el Trigo	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Partes de la semilla	Pág. 17
Figura 2. Proceso de germinación de semillas en cereales	19
Figura 3. Estructura del grano de maíz	25

GLOSARIO

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

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

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

ANIMAL NO RUMIANTE (MONOGÁSTRICO): se emplea el término para los animales que tienen un solo estómago.

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.

CULTIVO HIDROPÓNICO: es el cultivo de plantas sin utilizar el suelo como sustrato. Los elementos minerales, son suministrados entonces, en solución con agua y las fuentes de los mismos son sustancias inorgánicas de alta solubilidad y compatibilidad entre ellas.

FORRAJE HIDROPÓNICO: es el cultivo de cereales en una unidad cerrada denominada cabina hidropónica, con muy buena iluminación y riego automatizado, en bandejas plásticas o de fibra de vidrio colocadas en unas estanterías de metal o madera, que producen alimento fresco y de muy buena calidad los 365 días del año, para ser suministrado a vacas, caballos, cerdos, cabras, conejos y cuyes, entre otros.

GERMINACIÓN: conjunto de fenómenos por lo que el embrión contenido en una semilla recobra su actividad vital para dar lugar a una plántula.

GERMINADO: semilla que en condiciones favorables de humedad y temperatura, entre otras, inician su proceso de crecimiento, se hinchan y aumentan muchas veces su tamaño.

GERMINADOR: cámara acondicionada para la germinación de semillas.

MAÍZ (*Zea mays*): planta de la familia de las gramíneas, con el tallo grueso, de uno a tres metros de altura, según la especie posee hojas largas, planas y puntiagudas, produce mazorcas con granos gruesos y amarillos.

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.

PSEUDOCEREAL: planta de hoja ancha (no gramínea), que son usadas de la misma manera que los cereales. Su semilla puede ser molida a harina, y así utilizada. Ejemplos de pseudocereales son el amaranto y la quinua.

TRIGO (*Triticum spp*): cereal de la familia de las gramíneas, el trigo es una planta anual herbácea de hasta 1,2 metros de altura. Los talos son erectos y presentan estructura de caña, es decir están huecos en su interior excepto en los nudos.

RESUMEN

Uno de los principales factores que afectan la producción pecuaria es la falta de recursos alimentarios alternativos para épocas de escasez, en dónde se hace crítica la consecución de forrajes, afectando la alimentación de los animales como los rendimientos productivos de la especie, disminuyendo considerablemente la rentabilidad de los sistemas productivos.

Para lograr una alimentación eficiente en la producción de animal es necesario contar con alimentos de fácil consecución, que satisfagan los requerimientos nutricionales, que sean de bajo costo, que posean características organolépticas adecuadas y entre otros. Una alternativa importante que contempla estas características es la utilización de germinados de maíz y trigo, que además se puede producir en cualquier época del año, equilibrando la oferta de alimento.

Las semillas germinadas de maíz y trigo contiene una gran cantidad de elementos nutricionales necesarios que una planta necesita para vivir y desarrollarse en sus primeros estadios de vida, es por esta razón que al ser suministrada como alimento en animales es capaz de proporcionar la energía necesaria para crecimiento, producción y reproducción.

El germinado es una planta en pleno crecimiento que se suministra viva al estomago del animal. Es un óptimo regulador del funcionamiento del aparato digestivo por lo que constituye un alimento de especiales características alimenticias que pueden ser empleados en las diferentes especies de animales rumiantes y no rumiantes.

Por las razones expuestas la presente investigación se orientó al análisis y compilación de material bibliográfico con referencia a la utilización de germinados de maíz y trigo como alternativa de alimentación en animales no rumiantes.

ABSTRACT

One of the main factors affecting livestock production is the lack of alternative food resources for times of shortage where achievement is critical forage, affecting the animal feed production and yield of the species, reducing the production systems profitability.

For achieving an efficient food animal production is necessary to have easy achievement foods that meet nutritional requirements, which are low cost, having appropriate quality among others. An important alternative these features is the use of corn and wheat sprouts, which also can occur at any time of year, balancing the supply of food.

The germinated seeds of maize and wheat contains a large amount of necessary nutritional elements a plant needs to live and develop in their early stages of life, is for this reason that food to be supplied as animal is able to provide the energy needed to growth, production and reproduction.

The germ is a fast growing plant that comes alive at the stomach of the animal. It is an excellent regulator of the digestive system function and thus constitutes a special food nutritional with property that can be used in different species of ruminants and non ruminants.

For these reasons this research is directed to the analysis and compilation of bibliographic material with reference to the use of corn and wheat germ as an alternative to non-ruminant feeding.

INTRODUCCIÓN

La producción de germinados es una tecnología de producción de biomasa vegetal a partir de semillas viables. Los germinados son un alimento o forraje vivo, de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apto para la alimentación animal. El uso de semillas germinadas o brotes en la alimentación y en medicina tienen un origen ancestral, los chinos y los japoneses germinaban los frijoles de soya y cebada, como suplemento animal (Fordham *et al.*¹).

Una gran parte de la producción mundial de granos se dedica a la alimentación animal y según Carballo² la mayoría de ellos y ciertas verduras y hortalizas son susceptibles de ser sometidas al proceso de germinación, elevando el valor nutritivo y la presencia de nuevos nutrientes que difícilmente se encuentren en la semilla original.

Los granos y legumbres recién germinados, tienen una gran cantidad de clorofila, vitaminas, minerales, oligoelementos y otras sustancias vitales. Entre las vitaminas pueden citarse las contenidas en los brotes de trigo: A, B1, B6, B12 (difícil de encontrar en los vegetales), C, E, ácido fólico, pantoténico, además de colina. También poseen calcio, magnesio, cobre cinc, yodo y potasio, junto con los aminoácidos esenciales que el animal necesita en la formación de las proteínas necesarias para restaurar los tejidos³.

Santaella⁴ plantea que los germinados elevan su valor nutritivo, parecido al de las frutas y verduras por su contenido en agua, vitaminas y minerales, enzimas, con buen balance de aminoácidos y clorofila, estimulando los procesos digestivos.

El proceso se realiza en recipientes planos y por un lapso de tiempo no mayor a los 12 o 15 días, realizándose riegos con agua hasta que los brotes alcancen un largo de 3 a 4 centímetros. La producción de germinados es un sistema de producción de biomasa vegetal de alta sanidad y calidad nutricional producido

¹ FORDHAM, J.R; WELLS, C.E and AU-CHEN, L.H. Sprouting of seeds and nutrient composition of seeds and sprouts. In: Journal of Food Science. 1977. 40(3):552-556

² CARBALLO, C. [En línea], Manual de procedimientos para germinar granos para la alimentación animal. Cuauiacan (Sinaloa). Marzo,2 de 2000 [Citado 23 de noviembre de 2011], URL: <http://www.zoetecnocampo.com>

³ VILALTA, S. [En línea] Sentí los germinados, una fuente de salud. Argentina. Agosto, 18 de 2005 [Citado 23 de noviembre de 2011], URL:<http://www.enbuenasmanos.com/ARTICULOS/muestras.asp?art:561>

⁴ SANTAELLA, L. 2001. [En línea] Germinados. Enero, 10 de 2004. [Citado 23 de noviembre de 2011] URL: <http://www.mundo.recetas.com/noticias/010811.htm>.

muy rápidamente (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. La utilización de germinados es complementaria y no competitiva a la producción convencional de forraje a partir de especies aptas (avena, mezclas de trébol y gramíneas, alfalfa) para cultivo forrajero convencional.

Dentro de este contexto, los germinados representan una alternativa de producción de forraje para la alimentación de animales rumiantes como no rumiantes y es especialmente útil durante períodos de escasez de forraje verde. Por ende el presente trabajo pretende compilar y analizar bibliografía existente sobre la utilización de germinados de maíz (*Zea mays*) y trigo (*Triticum ssp*) en la alimentación de animales no rumiantes.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Compilar y analizar bibliografía existente sobre la utilización de germinados de maíz (*Zea mays*) y trigo (*Triticum ssp*) en la alimentación de animales no rumiantes.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Reportar investigaciones donde se utilice los germinados de maíz y trigo en la alimentación de animales no rumiantes.
- ✓ Analizar sobre la utilización de germinados de maíz y trigo en la alimentación de animales no rumiantes
- ✓ Concluir sobre las fortalezas, debilidades y posibilidades de investigación en la utilización de germinados de maíz y trigo en la alimentación de animales no rumiantes.

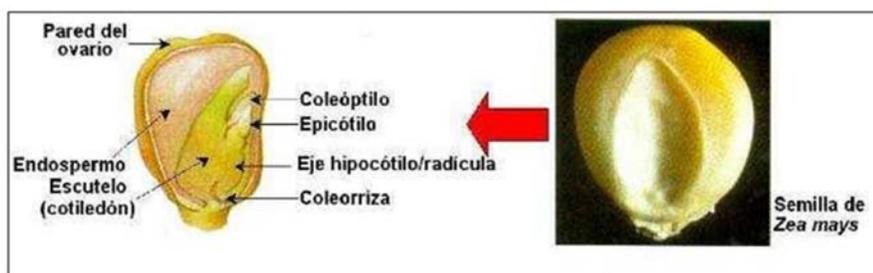
3. MARCO TEÓRICO

3.1. GENERALIDADES SOBRE LOS GERMINADOS

Las semillas son la unidad de reproducción sexual de las plantas y tiene la función de multiplicar y perpetuar la especie a la que pertenecen; además son uno de los elementos más eficaces para que la especie se disperse, tanto en el tiempo como en el espacio (García⁵). Para que la semilla cumpla con su objetivo es necesario que el embrión se transforme en una plántula, que sea capaz de valerse por sí misma, y, finalmente se convierta en una planta adulta. Todo ello comprende una serie de procesos metabólicos y morfogénéticos cuyo resultado final es la germinación de las semillas (Bewley y Black⁶)

Las partes básicas de una semilla son: el embrión, el tejido de almacenamiento del alimento y la cubierta o testa de la semilla (Figura 1).

Figura 1. Partes de la semilla



Adaptado de García, 2000

Se llama germinación al proceso por el que se reanuda el crecimiento embrionario después de la fase de descanso. Este fenómeno no se desencadena hasta que la

⁵ GARCÍA, F. [En línea] Maduración y germinación de las semillas. Biología y Botánica. Universidad Politécnica de Valencia. [diapositivas] Valencia (España), Octubre, 18 de 2000. [citado Noviembre 30 del 2011] URL: <http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas%20PDF/Tema%2017%20Maduraci%C3%B3n%20y%20germinaci%C3%B3n%20de%20semillas.pdf>

⁶ BEWLEY, J. y BLACK, M. [En línea] . In: Seeds: physiology of development and germination. Second Edition. New York. Plenum, 1995. 451 p. ISBN 0-306-44747-7 [Citado Noviembre, 24 de 2011] URL: <http://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=W6EbrewcpDwC&oi=fnd&pg=PA1&dq=cereal+germination+seed&ots=xTZJhV6C8R&sig=uEuPwN5HfPERFbS4Rpa1EFtR0Nk#v=onepage&q=cereal%20germination%20seed&f=false>

semilla ha sido transportada a un medio favorable por algunos de los agentes de dispersión (Carballo⁷).

Para que este proceso, tenga lugar, García⁸ afirma, que es necesario que se den una serie de condiciones ambientales favorables como son: un sustrato húmedo, suficiente disponibilidad de oxígeno que permita la respiración aerobia, y una temperatura adecuada para los distintos procesos metabólicos y para el desarrollo de la plántula.

Bewley y Black⁹, afirman que la semilla al entrar en contacto con el agua, el oxígeno y el calor necesarios, empiezan su desarrollo y tienen lugar entre otros, los siguientes fenómenos:

1. Mediante la absorción de agua, la semilla duplica su volumen y revienta la cáscara protectora.
2. Las enzimas se activan y provocan una serie de transformaciones:
 - Las sustancias de reserva son predigeridas y se transforman en ácidos aminados, algunos de los cuales son imprescindibles para el ser humano. El contenido proteico de la semilla queda presente en el germinado, pero de una forma más fácilmente asimilable.
 - Se sintetizan abundantes vitaminas y fermentos. Otras vitaminas con la vitamina C se multiplican.
 - Las grasas se transforman en ácidos grasos y el almidón en maltosa y dextrina, azúcares más simples que exigen menos esfuerzo al aparato digestivo. Así pues, se reduce la naturaleza feculosa de la semilla.
 - Se forma la clorofila.
 - Los ácidos y las toxinas, que de forma natural acompañan a la semilla para su defensa, se descomponen.
 - El volumen y el contenido de agua pasa de ser un 5 - 12% en la semilla a un 70% en el germinado (con 3 cucharadas de semilla puede obtenerse casi un Kilogramo de brotes o germinados)

⁷ CARBALLO, C. 2000. Op.Cit. p. 14

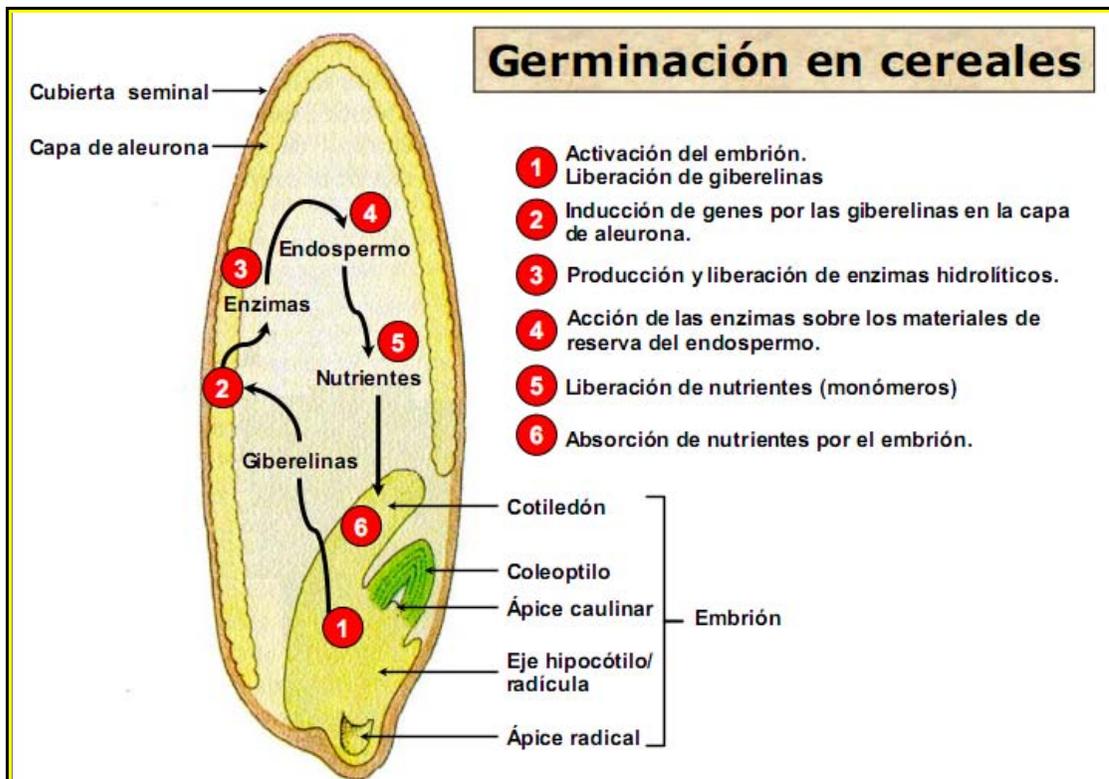
⁸ GARCÍA, F. 2000. Op.Cit. p.17

⁹ BEWLEY, J. y BLACK, M. 1994. Op.Cit. p. 17

Los germinados actúan regulando el equilibrio ácido-base del organismo, aportando fibra de calidad biológica; su abundante contenido de vitaminas, minerales, enzimas, proteínas y clorofila, en proporciones más equilibradas y su escasez de hidratos de carbono, los sitúan entre los alimentos más completos y mejor digeribles. La rica concentración de enzimas actúa sobre el metabolismo, favoreciendo la regeneración del torrente sanguíneo y del aparato digestivo. En el proceso de germinación, las enzimas se movilizan invadiendo el interior de la semilla y ocurre una disolución de las paredes celulares por la acción de ellas¹⁰.

Posteriormente se liberan granos de almidón que son transformados en azúcares y así empieza el proceso de germinación, en el que podemos diferenciar cuatro fases que son la absorción de agua, movilización de nutrientes, crecimiento y diferenciación.

Figura 2. Proceso de germinación de semillas en cereales.



Fuente: García, 2000.

¹⁰ CARBALLO, C, 2000. Op.Cit. p. 18

3.2. FASES DE GERMINACIÓN

Por definición, la germinación inicia con la absorción de agua por parte de la semilla, seguida de la movilización de nutrientes, el crecimiento y la diferenciación de la misma; Bewley¹¹, las describe así:

3.2.1. Absorción del Agua. se inicia la actividad vital de la semilla, se reanuda el metabolismo, para lo cual se necesitan condiciones adecuadas de humedad, temperatura y oxígeno. Una vez reunidos estos factores, el embrión se hincha, se reblandecen las cubiertas protectoras y las reservas alimenticias principian una serie de reacciones químicas y biológicas que hacen que el embrión se desarrolle.

3.2.2. Movilización de Nutrientes. Los cotiledones se van reduciendo mientras la nueva planta consume sus reservas, el alimento almacenado en ellos es digerido por la acción del agua, se descompone mediante la respiración, o se usa en el desarrollo de nuevas estructuras.

3.2.3. Crecimiento. Se puede definir como la síntesis del material vegetal, que normalmente viene acompañada de un cambio de forma y un aumento irreversible de la masa del organismo, aumento de la longitud o de los diámetros del cuerpo del vegetal y su aumento en peso, el crecimiento de las diferentes partes de la planta suele determinarse por la altura, el área foliar o el peso seco, en relación con el tiempo transcurrido durante el ciclo de vida.

3.2.4. Diferenciación. En una planta, el crecimiento y diferenciación transcurren paralelamente y por eso parecería tratarse de un solo proceso denominado desarrollo. Una vez que se han aparecido las raicillas y las primeras hojas, la planta está capacitada para realizar la fotosíntesis, motivo por el cual se debe exponer a condiciones óptimas de luminosidad, oxigenación y nutrientes.

De acuerdo con Rodríguez de Lara¹², en el primer paso de la germinación, bajo la influencia de la enzima amilasa, el almidón se transforma en azúcares simples, la calidad de las proteínas se mejora gracias a la descomposición de las cadenas complejas de proteínas en aminoácidos libres y el aumento del contenido de aminoácidos esenciales, especialmente la lisina; los carbohidratos son modificados en azúcares simples, las grasas se transforman en ácidos grasos libres. Gracias a todas estas modificaciones y el aumento del contenido de humedad, los granos germinados se digieren más rápidamente y son más ricos en

¹¹ BEWLEY, J.D. Seed Germination and Dormancy. In: The Plant Cell. American Society of Plant Physiologists. Julio, 1997. 9:1055 - 1066.

¹² RODRÍGUEZ, J.A. Proceso de germinación en las semillas [En línea] URL: <http://www.alihuen.org.ar>

vitaminas A, B y E, calcio, potasio, magnesio y en oligoelementos: hierro, selenio y zinc.

3.3. VENTAJAS DEL GERMINADO

García¹³ y Sosas¹⁴ reportan las siguientes ventajas de la utilización del germinado:

- Sirve para toda clase de animales: rumiantes y no rumiantes.
- De 1.7 Kg de grano de maíz se obtienen hasta 12 Kg de grano de germinado en ocho días después de sembrado.
- Se puede producir durante todo el año.
- Tiene un valor nutritivo alto.

3.4. FISIOLÓGÍA DEL GERMINADO PARA FORRAJE.

Carballo¹⁵, argumenta 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 en este estado la planta tanto en su parte aérea como en la zona radicular se encuentra en un crecimiento acelerado poseyendo 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 consumen.

3.5. RENDIMIENTO. Carballo¹⁶ afirma que:

“La producción de granos germinados para uso forrajero bajo control de temperatura y humedad relativa, densidad y buena calidad de la semilla,

¹³ GARCÍA, R.D. Germinación. En: Journal 2 ed. Argentina: Unión Vegetariana Internacional. [En línea]. 2007. [Citado en Noviembre 28, 2011] URL: <http://www.uva.org.ar/germinados.html>

¹⁴ SOSAS, U. Energía Piramidal Terapéutica. ¿Mito o Realidad? [En línea] Julio, 2007. Camaguey (Cuba) [Citado en Noviembre 28, 2011] El Habanero Digital: URL:<http://www.elhabanero.cubaweb.cu>

¹⁵ CARBALLO, C. 2000. Op.Cit. p. 17

¹⁶ CARBALLO, C. 2000. Íbid. p. 21

alcanza un rendimiento de 10 a 12 veces el peso de la semilla, en pasto fresco y una altura de 20 cm., aproximadamente en un periodo de 7 a 10 días.”

3.6. PROCEDIMIENTO PARA LA GERMINACIÓN

Para que la semilla tenga una buena germinación, Carballo¹⁷ contempla los siguientes pasos:

- **Selección de la semilla:** se utilizan semillas de cereales o leguminosas que deben provenir de lotes limpios de malezas y estar libres de plagas y enfermedades.

No se deben utilizar semillas tratadas con fungicidas o preservativos. La humedad de la semilla debe ser del 12% y debe haber tenido un reposo para que cumpla con los requisitos de madurez fisiológica.

Las especies más empleadas son el maíz, la cebada, el sorgo y últimamente se está experimentando con arroz.

- **Lavado:** se inunda el grano en un tanque o recipiente, con el fin de retirar todo el material que flote, como lanas, basuras, granos partidos y cualquier otro tipo de impurezas.
- **Peregrinación:** consiste en activar la semilla, es decir, romper el estado de latencia en que se encuentra. Los factores determinantes en la peregrinación son la temperatura, la humedad y la oxigenación.

Para realizar la peregrinación, la semilla se humedece durante 24 horas con agua bien aireada; una vez cumplido este tiempo, se drena el agua para que la semilla pueda respirar y se deja reposando durante 48 horas en los recipientes tapados para mantener una humedad ambiental alta.

- **Recipientes:** la siembra se hace sobre las bandejas, pueden ser de lámina galvanizada o asbesto cemento entre otros. La siembra se realiza en una forma cuidadosa para evitar a la semilla; la densidad de siembra varía de acuerdo con el tamaño del grano a sembrar.
- **Germinación:** la germinación comprende el conjunto de cambios y transformaciones que experimenta la semilla en determinadas condiciones de humedad, aireación y temperatura, que le permiten iniciar su vida hasta convertirse en la futura planta.

¹⁷ CARBALLO, C. 2000. íbid. 21

La germinación se puede llevar a cabo mediante la hidratación de la semilla en tanques o recipientes plásticos del todo inundados de agua, durante 24 horas, en cuyo caso se habla del proceso en “peregrinación” o también en las bandejas de cultivo, iniciando el riego inmediatamente después de la siembra. Durante este periodo el embrión rompe la cutícula de la semilla y emerge la radícula.

3.7. VALOR NUTRICIONAL

Los granos y legumbres recién germinados tienen una gran cantidad de clorofila, vitaminas, minerales, oligoelementos y otras sustancias vitales. Entre las vitaminas pueden ponerse como ejemplo las contenidas en los brotes de trigo: A, B, B6, B12 (difícil de encontrar en los vegetales), B17, C, E, ácido fólico, pantoténico, además de colina. También poseen calcio, hierro, magnesio, cobre, cinc, yodo, potasio junto con los aminoácidos esenciales que el cuerpo necesita para formar las proteínas necesarias para restaurar sus tejidos¹⁸.

También resultan muy atractivos si se mira su contenido en azúcares simples, que aportan energía y se asimilan fácilmente. El contenido en aminoácidos también se incrementa entre un 10% y un 30%, y lo mismo sucede con el hierro asimilable. Esta composición, hace que resulten idóneos para estimular los procesos digestivos.

Es un alimento rico en enzimas (Nestlé¹⁹; Kirilin *et al*²⁰), aminoácidos y proteínas, clorofila, vitaminas, minerales y oligoelementos. En algunas especies las semillas durante la germinación aumentan en gran medida su peso, volumen y valor nutricional. Al respecto, Marero *et al*²¹, señalan un aumento de la calidad de proteína y micronutrientes durante la germinación de las semillas de cereales y leguminosas. Los germinados se consumen en fresco, lo que evita la alteración del valor nutricional por la cocción, como sucede con otros alimentos; además, son de fácil producción y de bajo costo.

¹⁸ GÉLINEAU, C. Los germinados en la alimentación [En línea] 2011. [citado Noviembre 30 del 2011] URL: <http://www.alimentacion-sana.com.ar/Portal%20nuevo/actualizaciones/germinados.htm>

¹⁹ NESTLÉ, M. Broccoli sprouts as inducers of carcinogen-detoxifying enzyme system: Clinical, dietary and policy implications. *In*: Proceedings of the National Academy of Science. 1997. 94: 1149-1151.

²⁰ KIRILIN, W. G.; CAI, J.; DE LONG, M. J.; PATTEN, E. J.; JONES, D. P. Dietary compounds that induce cancer preventive Phase 2 Enzymes activate apoptosis at comparable doses in HT29 colon carcinoma cells. *In*: Journal of Nutrition. 1999. 129: 1827-1835.

²¹ MARERO, L. M; PAYUMO, E. M.; AGUINLDO, A. R.; HOMMA, S. Nutritional characteristics of weaning foods prepared from germinated cereals and legumes. *In*: Journal Food Science. 1988. 53: 1401-1402.

3.8. CEREALES PARA GERMINAR

Buitrago, citado por Timarán y Ceballos²², menciona que un factor importante para el eficiente uso del recurso alimenticio es el conocimiento de la composición química de los alimentos, así como de los requerimientos nutricionales. En importancia después del maíz y sorgo, están el trigo, arroz y cebada en cuanto a cantidad y calidad de nutrientes. Los cereales proporcionan entre 2700 y 3700 Kcal/Kg de Energía digestible, 9-13% de proteína, 2-7% de grasa y 2-10% de fibra.

En la tabla 1, se indica la composición nutricional de algunos cereales antes de germinar, y de los granos ya germinados en la tabla 2, observándose un incremento en su valor nutricional.

Tabla 1. Composición química de los granos de cebada, maíz y trigo.

Grano	Materia Seca (%)	Proteína (%)	Ceniza (%)	Extracto Etéreo (%)	Fibra (%)	ELN (%)
Cebada	89.00	11.6	2.40	1.80	5.10	79.10
Maíz	87.00	9.50	2.00	3.80	2.00	82.70
Trigo	89.00	12.70	1.80	2.30	2.50	80.70

Fuente: D.C. Church y W.G. Pond, 1998.

Tabla 2. Composición química de germinados de cebada, maíz y trigo

Grano	Materia Seca (%)	Proteína (%)	Ceniza (%)	Extracto Etéreo (%)	Fibra (%)	ELN (%)
Cebada	21.36	15.77	5.28	4.72	16.15	58.08
Maíz	22.35	12.26	3.84	4.25	14.87	64.78
Trigo	19.05	18.49	3.25	2.60	17.86	57.80

Fuente: Carballo, C. 2000

Los germinados cobran gran importancia por el buen balance dietético, composición química y su contenido de vitaminas. Además, la presencia de nutraceuticos como antioxidantes (Cay *et al*²³) y fitoestrógenos en germinados de algunas especies (alfalfa), proporcionan a los consumidores mecanismos de

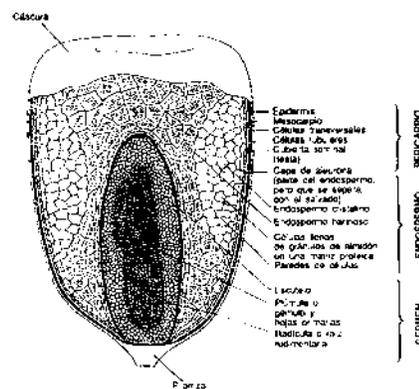
²² TIMARAN, S y CEBALLOS, H. Efectos de una dieta complementaria con base en cebada y trigo germinados en la alimentación de cuyes. Tesis Zootecnia. Pasto, Colombia. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. 1984. p. 9.

²³ CAY, G. H.; SOFIC, E.; PRIOR, R. L. Antioxidant capacity of tea and common vegetables. A news extract from. In: Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1996. 44: 3426-3431.

defensa endógeno de una manera natural (Berry *et al*²⁴; Kurtzer y Xu²⁵; Takaya *et al*²⁶).

3.8.1. Germinado de Maíz (*Zea mays*). Botánicamente, el maíz pertenece a la familia de las gramíneas y es una planta anual alta dotada de un amplio sistema radicular fibroso. Se trata de una especie que se reproduce por polinización cruzada y la flor femenina (elote, mazorca, choclo o espiga) y la masculina (espiguilla) se hallan en distintos lugares de la planta. El grano constituye aproximadamente el 42 por ciento del peso en seco de la planta. El maíz es a menudo de color blanco o amarillo, aunque también hay variedades de color negro, rojo y jaspeado. Hay varios tipos de grano, que se distinguen por las diferencias de los compuestos químicos depositados o almacenados en él (FAO²⁷)

Figura 2. Estructura del grano de maíz.



(Inspirado por el Maíz Flour Institute Chicago, Illinois, 1964)

Fuente: FAO, 1993

²⁴ BERRY, S. K.; OKIANH, H. I.; NORDIN, A. K. Effect of germination on the biological quality of winged beans (*P. tetragonolobus*). *In*: Nutrition Reports International. 1988. 37: 1237- 1243.

²⁵ KURTZER, M. S.; XU, X. Dietary phytoestrogens. *In*: Annual Review of Nutrition. 1997. 17: 353-381.

²⁶ TAKAYA, Y.; KONDO, Y.; FURUKAWA, T.; NIWA, M. Antioxidant constituents of radish sprout (Kaiwarw-daikon), *Raphanus sativus* L). *In*: Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2003. 51:8061-8066.

²⁷ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. FAO. El maíz en la alimentación Humana. Roma. [En línea] 1993 [Citado noviembre, 26 de 2011]. URL: <http://www.fao.org/docrep/T0395S/T0395S00.htm#Contents>

Benitez²⁸ reporta que 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 almidón 87%, 8% de proteína y 5% de agua. La clasificación taxonómica del grano de maíz se indica en la tabla 3.

Tabla 3. Clasificación Taxonómica del Maíz

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Gramineae
Género	Zea
Especie	Zea mays

Fuente: FAO, 1993

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, 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%, tienen bajo nivel de ácidos grasos saturados, pues tiene un efecto benéfico para el sistema cardiovascular. El contenido de vitaminas, tanto liposolubles que se encuentran en el endospermo y sólo pequeñas cantidades en el germen, son la provitamina A o carotenoides y la vitamina E, como solubles en agua se encuentran en la capa externa del grano²⁹.

Tabla 4. Análisis Químico Proximal del germinado de Maíz para uso forrajero

Grano		Materia Seca (%)	Proteína (%)	Ceniza (%)	Extracto Etéreo (%)	Fibra (%)	ELN (%)
Maíz	C	22.35	12.26	1.84	4.25	8.87	72.78
	U	37.68	11.79	1.74	4.82	7.09	74.55

Energía en NDT de 75.70%

Fuente: Carballo, 2000 (C) y Laboratorio de Bromatología Universidad de Nariño, 2007 (U).

²⁸ BENITEZ, C. J. El maíz: origen, composición y morfología. México. [En línea] 2006. [citado Noviembre 30 del 2011]. URL: <http://www.semillas.org.co/sitio.sht>

²⁹ HERNÁNDEZ, R.M. Los cereales. [En línea] Madrid (España) 2002. [Citado Noviembre 30 del 2011] URL: <http://www.Saludalia.com/vivirsano/nutricion/loscereales.htm>

De acuerdo a la tabla 4, se puede inferir a partir del análisis químico proximal del germinado de maíz (*Zea mays*) que el contenido nutrimental con respecto al del maíz en grano, es notablemente mejor.

El reporte del análisis indica que el nivel de FDA es bajo (6.68%), lo que demuestra que el germinado de maíz presenta una alta digestibilidad, ya que los contenidos bajos de FDA se asocian con valores altos de digestibilidad. 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.

Teniendo en cuenta que para el éxito en germinación de las semillas se necesitan condiciones favorables, Carballo en la tabla 5 indica la densidad de siembra para el maíz.

Tabla 5. Estimación de la Densidad de Siembra para Maíz

CAJA DONDE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN LA MEJOR DENSIDAD: 1.700 g			
LARGO (cm)	ANCHO (cm)		AREA (cm ²)
69	39		2691
Semilla		Superficie en cm ²	
1.700 g.		2691	
X		1	
DENSIDAD: 0,63 gramos por centímetro cuadrado			
GRAMOS POR CENTÍMETRO CUADRADO DE SUPERFICIE			
Ancho (cm)	Largo (cm)	Superficie cm ²	Total en g.
1	1	1	0,63
10	10	100	63,17
20	40	800	505,39
20	50	1.000	631,74
39	69	2.691	1.700,00
60	120	7.200	4.548,49
60	250	15.000	9.476,03

Fuente: Carballo, 2000.

3.8.2. Germinado de Trigo (*Triticum spp*). Es un cereal de la familia de las gramíneas, es una planta anual herbácea de hasta 1,2 m de altura. Los tallos son erectos y presentan estructura de caña. En la tabla 4 se indica la clasificación taxonómica del grano de trigo.

El periodo de germinación y arraigo del trigo es muy importante para la futura cosecha de grano. El grano de trigo necesita para germinar humedad, temperatura adecuada y aire a su alrededor.

La temperatura óptima de germinación es de 20-25°C, pero puede germinar desde los 3-4°C hasta los 30-32°C. El aire es necesario para activar los procesos de oxidación, por tanto la capa superficial del terreno debe estar mullida; la humedad del trigo no debe sobrepasar el 11%, cuando se sobrepasa este porcentaje de humedad la conservación del grano se hace difícil.

Tabla 6. Clasificación taxonómica del grano de trigo

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Gramineae
Género	Triticum
Especie	Triticum ssp.

Fuente: Velázquez y Fuentes, 2009

El grano maduro del trigo está formado por: hidratos de carbono (fibra cruda, almidón, maltosa, sucrosa, glucosa, pentosanos, galactosa, rafinosa), compuestos nitrogenados (principalmente proteínas: albúmina, globulina, prolamina, residuo y gluteínas), lípidos (ac. Grasos: mirístico, palmítico, esteárico, palmitoléico, oléico, linoléico, linoléico), sustancias minerales (K, P, S, Cl) y enzimas como la -amilasa, celulasa y glucosidasas.

En la tabla 7, se presenta el análisis químico proximal del germinado de trigo.

Tabla 7. Análisis Químico Proximal del germinado de trigo

Grano	Materia Seca (%)	Proteína (%)	Ceniza (%)	Extracto Etéreo (%)	Fibra (%)	ELN (%)
Trigo	26.04	18.49	3.25	2.60	17.86	57.80

Energía en NDT de 75.90%

Fuente: Carballo, 2000 y Laboratorio de Bromatología Universidad de Nariño, 2007

En la tabla 8 se presenta la densidad de siembra para el Trigo.

Tabla 8. Estimación de la Densidad de Siembra para el Trigo

CAJA DONDE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN LA MEJOR DENSIDAD: 1.200 g			
LARGO (cm)	ANCHO (cm)		AREA (cm ²)
69	39		2691
Semilla	Superficie en cm2		
1.200 g.	2691		
X	1		
DENSIDAD: 0,45 gramos por centímetro cuadrado			
GRAMOS POR CENTÍMETRO CUADRADO DE SUPERFICIE			
Ancho (cm)	Largo (cm)	Superficie cm ²	Total en g.
1	1	1	0,45
10	10	100	44,59
20	40	800	356,74
20	50	1.000	445,93
39	69	2.691	1.200,00
60	120	7.200	3.210,70
60	250	15.000	6.688,96

Fuente: Carballo, 2000

3.9. ALIMENTACIÓN DE ANIMALES NO RUMIANTES CON GERMINADOS

Animales no rumiantes, como el cerdo, tienen un aparato digestivo similar al de los humanos, con un solo estómago. Interesa que consuman alimentos con alto valor nutritivo pues son los que más van a aprovechar. Normalmente la dieta de éstos son concentrados a base de cereales y harina de soya. Las aves tienen un aparato digestivo distinto, con un buche en el que almacenan y maceran el alimento y una molleja que lo tritura y fragmenta. También son alimentados con compuestos de cereales y harinas de soya.

A finales de los años treinta del siglo pasado, en Inglaterra y Escocia, se reportó el uso de cereales germinados en la alimentación animal, con buenos resultados. La técnica utilizada era completamente rústica, obteniéndose una altura de pasto de 5 cm., y solamente se duplicaba el peso del forraje con relación al peso de la semilla (Carballo³⁰).

³⁰CARBALLO. 2000. Op.Cit .21

3.10. Alimentación de Aves con Germinados. Carballo³¹, menciona que el germinado en aves domésticas se ha utilizado desde 1929, cuando el alemán llamado Mangold, recomendó el uso de germinado de trigo para aumentar la producción de huevos.

Carballo³², en un ensayo realizado con gallinas Leghorn suministrando granos germinados se determinó que la fertilidad del huevo aumenta en un 3% sobre el testigo en donde la alimentación era a base de concentrados. También la ruptura del cascarón aumenta en un 4% con la alimentación convencional.

A su vez, Garcés³³, realizó una investigación en codornices suplementadas con germinados de maíz, quinua y lenteja, donde evaluó su influencia en los índices productivos en la primera fase de postura de las aves, encontrando que las aves obtuvieron una mayor ganancia de peso y una mejor coloración del huevo utilizando en mezcla los germinados de maíz y lenteja.

3.11. Alimentación de Cerdos con Germinados. Sosa³⁴ realizó una investigación utilizando germinado de maíz en la alimentación de cerdos que pertenecían a los cruces comerciales Duroc – York – Pietran, con un peso medio de 30 Kg en fases de levante y ceba, donde evaluaron la inclusión del 10%, 20% y 30% de germinado de maíz más un concentrado comercial en la dieta, encontrando diferencias estadísticamente significativas en cuanto al consumo de alimento, incremento de peso y conversión alimenticia, con el tratamiento de 10% de inclusión de germinado de maíz. El buen desempeño de los animales alimentados con esta dieta puede atribuirse al mejor contenido y aprovechamiento de los nutrientes y quizá el consumo y contenido de aminoácidos de este alimento resultó más digestible.

El mismo autor, reporta que con la inclusión del 10% de germinado en la dieta, la ganancia de peso fue superior, hecho que 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

³¹ CARBALLO. 2000. Íbid. 29

³² CARBALLO. 2000. Íbid. 30

³³ GARCÉS, A. Evaluación de germinados de maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa*) y lenteja (*Lens culinaris*) y su influencia en índices productivos en la primera fase e postura en codornices (*Coturnix coturnix japónica*). 2008. Tesis pregrado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. Universidad de Nariño.

³⁴ SOSA, J. y CABRERA, G. Evaluación de diferentes niveles de inclusión de germinado de maíz amarillo (*Zea mays*) en la alimentación de cerdos en levante y ceba. Tesis pregrado. . 2009 Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. Universidad de Nariño.

mismos, contribuyendo a una mayor digestibilidad. En este sentido Bondi³⁵ menciona que el tiempo de estancia de un alimento en el canal gastrointestinal, depende en gran medida del estado fisiológico de los animales y además de la estructura y consistencia de la dieta, y del nivel de fibra ingerida.

Para la conversión alimenticia, el mismo autor reportó que con el 10% de inclusión de germinado en la dieta, se obtuvo los mejores resultados; explicándose este hecho a la mejor digestibilidad del alimento, debido a que los nutrientes se aprovecharon con mayor eficiencia, ya que el bajo nivel de FDA encontrado en los análisis químicos lo catalogan como un alimento de alta digestibilidad.

Cheeke³⁶, 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.

Al respecto, Carballo³⁷, sustenta que los germinados tienen una capacidad de eliminar sustancias tóxicas, a esta corta edad las plantas posee cualidades revitalizantes y regenerativas que ayudan a mantener la salud y depuran el organismo.

En el estudio reportado, no se presentó mortalidad en la población evaluada, lo que permite inferir que el germinado de maíz no generó ningún tipo de trastorno metabólico para los animales. Esto indica que puede ser utilizado en la etapa de levante y ceba de cerdos.

Teniendo en cuenta que en los sistemas de producción porcina los costos de alimentación son muy altos, la utilización de germinados es una buena alternativa en las fases 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.

La casa comercial Eluis ®³⁸, reporta las siguientes ventajas al utilizar germinados en la alimentación de cerdos ibéricos:

- Prolonga la vida productiva de la cerda.

³⁵ BONDI, A. Nutrición Animal. Zaragoza, España. Acribia S.A. 1989. p. 172

³⁶ CHEEKE, P. Alimentación y nutrición del conejo. Zaragoza: Acribia. 1995.p. 23

³⁷ CARBALLO, 2000. Op.Cit. p. 30.

³⁸ ELUIS INTERNACIONAL. Forraje Verde Hidropónico en la Alimentación Animal. [En línea] URL:<http://www.eleusis.es/forraje-verde-hidroponico-alimentacion-porcino.htm>

- Se acorta el ciclo reproductivo.
- Reduce engrasamiento de la cerda gestante
- Mantiene la capacidad de ingestión del estómago.
- Reducción de la mortalidad de los lechones en el parto.
- Reducción del concentrado

3.12. Alimentación de conejos con germinados. Burbano y Lucero³⁹, realizaron un estudio con germinados de maíz, trigo y cebada en la alimentación de conejos, donde utilizaron para una prueba de digestibilidad 16 conejos machos donde encontraron que el mejor tratamiento en cuanto a digestibilidad lo obtuvo el germinado de cebada, sin embargo reportan valores importantes en lo referente a la digestibilidad de la proteína con un 81.66% y del extracto etéreo de 85.03%, hecho que atribuyen a que los componentes nutricionales de los germinados de cebada y trigo, son los que más se acercan a los requerimientos del conejo, presentando un mejor aprovechamiento de los mismos.

Rodríguez de Lara *et al*⁴⁰, en un estudio realizado en conejas Nueva Zelanda encontraron que al suplementar a los animales con germinado de trigo como fuente de 6-methoxybenzoxazolinone (6-MBOA), compuesto de fenol que estimula la reproducción de ciertos pequeños herbívoros, incrementó la receptividad sexual y la prolificidad en la inseminación artificial de conejos criados en dos épocas de verano y otoño en México. Donde el tamaño de camada fue 0.02 veces mayor que con el tratamiento control donde únicamente se suplemento con concentrado comercial.

A su vez, ELUIS®⁴¹ reporta en España, que la utilización de germinados en conejos:

- Aumenta capacidad reproductora de los machos.

³⁹ BURBANO, D. y LUCERO, R. Valoración nutritiva de cereales germinados de trigo (*Triticum spp*), Cebada (*Hordeum vulgare*) y Maíz (*Zea mays*) en la alimentación de conejos (*Oryctolagus cuniculus*). Tesis pregrado. 2006. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. Universidad de Nariño.

⁴⁰RODRÍGUEZ *et al*. Influence of supplemental dietary sprouted wheat on reproduction in artificially inseminated doe rabbits. In: Animal Reproduction Science. 2007.99(1):145-155.

⁴¹ELUIS. 2011. Op.Cit. p. 31

- Regulariza los celos en las hembras.
- Acorta el ciclo reproductivo de las hembras.
- Se mantiene actividad reproductora todo el año.
- Reduce la mortalidad de los gazapos al nacer.
- Hasta 10 gazapos más por reproductora y año.

3.13. Alimentación de cuyes con germinados. Jiménez y Noguera⁴², realizaron un estudio en cuyes en las fases de levante y ceba proporcionando a los animales en la dieta germinados de arveja, trigo y cebada, encontrando que: la mejor digestibilidad la tuvo el germinado de maíz con un 77.08% para materia seca; 83.73% en la fracción de proteína; 81.30% para fibra bruta; 79.08% para extracto etéreo; 88.66% para ELN y 85.55% en NDT. Resultados que se pueden explicar ya que los componentes nutricionales del trigo son los que se acercan más a los requeridos por el cuy, presentando un mejor aprovechamiento de estos.

Para la prueba de comportamiento, los mismos autores reportan que el tratamiento que utilizó trigo presentó los mejores resultados para las variables consumo de alimento donde obtuvieron 77.28 g/día, ganancia diaria de peso de 15.62 g/día y una conversión alimenticia de 4.14, corroborando el valor nutricional de la ración suministrada a los animales de 300g de pasto aubade, 9 g de concentrado comercial y 115 g de germinado de trigo.

Timarán y Ceballos⁴³ recomiendan suministrar trigo y cebada germinados hasta las 8 semanas del período de engorde en cuyes mejorados adicionando forrajes como aubade, ya que a esta edad se consiguen pesos adecuados comercialmente.

⁴² JIMÉNEZ Y NOGUERA, Valoración Nutritiva de Granos Germinados de Arveja (*Pisum sativa*), TRIGO (*Triticum aestivum* L) y Avena (*Avena sativa*) en la Alimentación de Cuyes tipo Carne (*Cavia porcellus*) durante la fase de levante y engorde. Tesis Pregrado. 2008. Facultad de Ciencias Pecuarias. Zootecnia.

⁴³TIMARAN Y CEBALLOS. 1984. Op.Cit. p. 24

3.14. Alimentación de Equinos con germinados.

- ✓ Disminuye el riesgo de cólicos y úlceras de duodeno.
- ✓ Aumenta la fertilidad y fecundidad de las yeguas.
- ✓ Mejor estado sanitario, mayor vitalidad todo el año.
- ✓ Mejora el aspecto, pelaje con más brillo.
- ✓ Reducción del coste de la ración.
- ✓ Prolonga la vida deportiva del caballo.
- ✓ Facilita su hidratación en pruebas de alto estrés

3.15. Alimentación de peces con Germinados. Verdugo⁴⁴, evaluó el comportamiento productivo de ejemplares de Tilapia Roja, alimentados con una dieta comercial y suplementados con germinados hidropónicos de maíz y cebada en niveles del 20 y 30% en la etapa de engorde. Encontrando que las dietas a base de forrajes hidropónicos no reportan los rendimientos como en otras especies, por lo tanto el autor no recomienda su utilización en este sistema de producción, y lo explica por los altos niveles en fibra que afectan considerablemente el aprovechamiento de nutrientes, expresando bajos índices productivos, en incremento de peso y conversión alimenticia.

⁴⁴VERDUGO, L. Evaluación de germinados de maíz (*Zea mays*) y cebada (*Hordeum vulgare*), como suplemento en la alimentación de tilapia roja (*Oreochromis spp*) en la etapa de engorde. Tesis pregrado. 2009. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. Universidad de Nariño.

4. CONCLUSIONES

- ✓ De acuerdo a la revisión bibliográfica consultada, se puede concluir que en realidad no son muchos los trabajos adelantados sobre estas materias primas, no obstante como se muestra han presentado resultados satisfactorios en la alimentación animal a excepción de la tilapia, por ende, se requiere adelantar estudios que identifiquen aparte del valor nutricional convencional, el contenido vitamínico, mineral y la presencia de metabolitos secundarios, que permitiría visualizar mejor sus bondades nutricionales y su potencial para ser incluidos en la alimentación animal.
- ✓ Con la presente monografía, se concluye que se requiere una mayor difusión de los resultados de las investigaciones, a fin de que los productores lo puedan incorporar en las dietas de sus animales, es preciso incrementar los esfuerzos en investigaciones que contemplen el uso de los germinados en diferentes especies y mezclas, ya que la mayoría de trabajos solo han probado el uso de los germinados frescos y no se han probado los beneficios de este recurso como complemento de otras fuentes alimenticias.
- ✓ Los referentes bibliográficos sobre los análisis bromatológicos, reportan diferencias importantes en la composición nutricional de los granos después del proceso de germinación.
- ✓ Los granos germinados de trigo y maíz se constituyen en recursos alimenticios de adecuado valor nutricional para animales no rumiantes, que permiten minimizar las pérdidas en cuanto a rendimiento productivo ocasionadas por la escasez de alimentos convencionales.
- ✓ El cultivo de germinado de maíz y trigo permiten la disponibilidad de alimentos nutritivos, de buena calidad durante todo el año, con mayor rendimiento en biomasa y de fácil asimilación por el organismo animal.
- ✓ Por su contenido en vitaminas E, C y A, los germinados tienen muy marcado efecto en los procesos reproductivos, un aumento de fertilidad y fecundidad en los animales, un mejor estado general en los animales, gran influencia sobre la regeneración de epitelios así como en un mejor aspecto exterior, por su influencia sobre el estado del pelo.
- ✓ El cultivo de germinados permite utilizar alimentos sanos libres de pesticidas e insecticidas siendo esta una buena alternativa de alimentación.

BIBLIOGRAFÍA

BENITEZ, C. J. El maíz: origen, composición y morfología. México. [En línea] 2006. [citado Noviembre 30 del 2011]. URL: <http://www.semillas.org.co/sitio.sht>

BERRY, S. K.; OKIANH, H. I.; NORDIN, A. K. Effect of germination on the biological quality of winged beans (*P. tetragonolobus*). In: Nutrition Reports International. 1988. 37: 1237- 1243.

BEWLEY, J. y BLACK, M. [En línea] . In: Seeds: physiology of development and germination. Second Edition. New York. Plenum, 1995. 451 p. ISBN 0-306-44747-7 [Citado Noviembre, 24 de 2011] URL: <http://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=W6EbrewcpDwC&oi=fnd&pg=PA1&dq=cereal+germination+seed&ots=xTZJhV6C8R&sig=uEuPwN5HfPERFbS4Rpa1EFtR0Nk#v=onepage&q=cereal%20germination%20seed&f=false>

BEWLEY, J.D. 1997. Seed Germination and Dormancy. The Plant Cell. In: American Society of Plant Physiologists. Julio, 1997. 9:1055 - 1066.

BONDI, A. Nutrición Animal. Zaragoza, España. Acribia S.A. 1989. p. 172

BURBANO, D. y LUCERO, R. Valoración nutritiva de cereales germinados de trigo (*Triticum spp*), Cebada (*Hordeum vulgare*) y Maíz (*Zea mays*) en la alimentación de conejos (*Oryctolagus cuniculus*). Tesis pregrado. 2006. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. Universidad de Nariño.

CARBALLO, C., Manual de procedimientos para germinar granos para la alimentación animal. [En línea] Cualiacan (Sinaloa). Marzo,2 de 2000 [Citado 23 de noviembre de 2011], URL: <http://www.zoetecnocampo.com>

CAY, G. H.; SOFIC, E.; PRIOR, R. L. Antioxidant capacity of tea and common vegetables. A news extract from. In: Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1996. 44: 3426-3431.

CHEEKE, P. Alimentación y nutrición del conejo. Zaragoza: Acribia. 1995.p. 23

ELUIS INTERNACIONAL. Forraje Verde Hidropónico en la Alimentación Animal. [En línea] URL:<http://www.eleusis.es/forraje-verde-hidroponico-alimentacion-porcino.htm>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. FAO. El maíz en la alimentación Humana. Roma. [En línea] 1993 [Citado noviembre, 26 de 2011]. URL: <http://www.fao.org/docrep/T0395S/T0395S00.htm#Contents>

FORDHAM, J.R; WELLS, C.E and AU-CHEN, L.H. Sprouting of seeds and nutrient composition of seeds and sprouts. In: Journal of Food Science. 1977. 40(3):552-556

GARCÉS, A. Evaluación de germinados de maíz (*Zea mays*), quinoa (*Chenopodium quinoa*) y lenteja (*Lens culinaris*) y su influencia en índices productivos en la primera fase e postura en codornices (*Coturnix coturnix japónica*). Tesis pregrado. 2008. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. Universidad de Nariño.

GARCÍA, R.D. Germinación. En: Journal 2 ed. Argentina: Unión Vegetariana Internacional. [En línea]. 2007. [Citado en Noviembre 28, 2011] URL: <http://www.uva.org.ar/germinados.html>

GARCÍA, F. [En línea] Maduración y germinación de las semillas. Biología y Botánica. Universidad Politécnica de Valencia. [diapositivas] Valencia (España), Octubre, 18 de 2000. [citado Noviembre 30 del 2011] URL: <http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas%20PDF/Tema%2017%20Maduraci%C3%B3n%20y%20germinaci%C3%B3n%20de%20semillas.pdf>

GÉLINEAU, C. Los germinados en la alimentación [En línea] 2011. [Citado Noviembre 30 del 2011] URL: <http://www.alimentacion-sana.com.ar/Portal%20nuevo/actualizaciones/germinados.htm>

HERNÁNDEZ, R.M. Los cereales. [En línea] Madrid (España) 2002. [Citado Noviembre 30 del 2011] URL: <http://www.Saludalia.com/vivirsano/nutricion/loscereales.htm>

JIMÉNEZ Y NOGUERA, Valoración Nutritiva de Granos Germinados de Arveja (*Pisum sativa*), TRIGO (*Triticum aestivum* L) y Avena (*Avena sativa*) en la Alimentación de Cuyes tipo Carne (*Cavia porcellus*) durante la fase de levante y engorde. Tesis Pregrado. 2008. Facultad de Ciencias Pecuarias. Zootecnia.

KIRLIN, W. G.; CAI, J.; DE LONG, M. J.; PATTEN, E. J.; JONES, D. P. Dietary compounds that induce cancer preventive Phase 2 Enzymes activate apoptosis at comparable doses in HT29 colon carcinoma cells. In: Journal of Nutrition". 1999. 129: 1827-1835.

KURTZER, M. S.; XU, X. Dietary phytoestrogens. In: Annual Review of Nutrition. 1997. 17: 353-381.

MARERO, L. M; PAYUMO, E. M.; AGUINLDO, A. R.; HOMMA, S. Nutritional characteristics of weaning foods prepared from germinated cereals and legumes. In: Journal Food Science. 1988. 53: 1401-1402.

MAYNARD, A. Nutrición Animal. Séptima edición. Editorial Mc Graw-Hill., México. 1981. p.p. 44

NESTLÉ, M. Broccoli sprouts as inducers of carcinogen-detoxifying enzyme system: Clinical, dietary and policy implications. In: Proceedings of the National Academy of Science. 1997. 94: 1149-1151.

RODRÍGUEZ, DE LARA, R., HERRERA-CORREDOR, C.A., FALLAS-LÓPEZ, M., RANGEL-SANTOS, R., MARISCAL AGUAYO-V, MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ PA, GARCÍA-MUÑIZ JG.. Influence of supplemental dietary sprouted wheat on reproduction in artificially inseminated doe rabbits. En: Animal Reproduction Science. 2007. 99(1):145-155.

SANTAELLA, L. Germinados. [En línea] Enero, 10 de 2001. [Citado 23 de noviembre de 2011] URL: <http://www.mundo-recetas.com/noticias/010811.htm>.

SOSA, J. y CABRERA, G. Evaluación de diferentes niveles de inclusión de germinado de maíz amarillo (*Zea mays*) en la alimentación de cerdos en levante y ceba. Tesis pregrado. . 2009 Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. Universidad de Nariño.

SOSAS, U. Energía Piramidal Terapéutica. ¿Mito o Realidad? [En línea] Julio, 2007. Camaguey (Cuba) [Citado en Noviembre 28, 2011] El Habanero Digital: URL:<http://www.elhabanero.cubaweb.cu>

TAKAYA, Y.; KONDO, Y.; FURUKAWA, T.; NIWA, M. Antioxidant constituents of radish sprout (*Kaiwarw-daikon*) and (*Raphanus sativus* L). In: Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2003. 51:8061-8066.

TIMARAN, S y CEBALLOS, H. Efectos de una dieta complementaria con base en cebada y trigo germinados en la alimentación de cuyes. Tesis Zootecnia. Pasto, Colombia. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. 1984. p. 9.

VELÁZQUEZ, M. y FUENTES, G. Germinación de la semilla de cuatro variedades de trigo (*Triticum ssp. L*) in vitro. En: BIOtecnica. 2009. 11(3):12-24

VERDUGO, L. Evaluación de germinados de maíz (*Zea mays*) y cebada (*Hordeum vulgare*), como suplemento en la alimentación de tilapia roja (*Oreochromis spp*) en la etapa de engorde. Tesis pregrado. 2009. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. Universidad de Nariño.

VILALTA, S. [En línea] Sentí los germinados, una fuente de salud. Argentina. Agosto, 18 de 2005 [Citado 23 de noviembre de 2011], URL: <http://www.enbuenasmanos.com/ARTICULOS/muestras.asp?art:561>