

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



## UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES.

### CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

#### TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA.

##### TEMA:

“Evaluación Físico Química del Follaje de Noni  
(*Morindacitrifolia*L.) para la alimentación de reproductoras  
porcinas.”

##### AUTOR.

Marco Antonio Pozo Vaca

##### TUTOR:

Ing. Yoandris M. Pascual Sánchez Msc.

Latacunga, Septiembre del 2012.



**UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI**

Latacunga a 31 de octubre del 2012

Dr. Msc.

Enrique Estupiñan

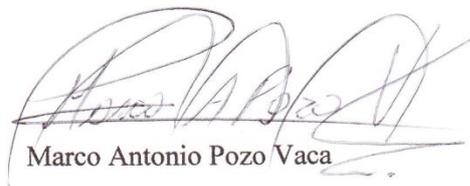
Presente.

De mi consideración

Yo, **Marco Antonio Pozo Vaca**, portador de la cédula de identidad número. **1719520346**, quien certifico que soy autor del tema de tesis de grado. **Evaluación Físico Química del Follaje de Noni (*Morinda citrifolia*L.)** para la alimentación de reproductoras porcinas, este experimento se realizó en la República de Cuba, Universidad de Granma ciudad de Bayamo en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, en el Cepa (Centro de Estudio de Producción Animal), este documento de investigación por seguridad de plagio yo como autor me digno en solicitarle seguridad del mismo.

Por la atención que se digne dar a la presente anticipo mis más sinceros agradecimientos.

Atentamente



Marco Antonio Pozo Vaca

C.I. 1719520346



Ministerio de Educación Superior.  
Universidad de Granma  
Facultad de Medicina Veterinaria.  
Centro de Estudio de Producción Animal.



### OPINION DEL TUTOR.

**Título:** Evaluación físico química del follaje de noni (*Morinda citrifolia* L.) para la alimentación de reproductoras porcinas

**Autor:** Marco Antonio Pozo Vaca.

**Tutor:** Ing. Yoandris M. Pascual Sánchez. MsC.

En el ámbito mundial la producción porcina ocupa un lugar muy destacado, dentro de las producciones pecuarias. La producción mundial de carne puede cifrarse en unas 220 millones de toneladas anuales de las cuales, aproximadamente un 41 % (91 millones de toneladas/año) corresponden al ganado porcino. Para lograr estos niveles productivos debemos de garantizar un adecuado manejo de la reproducción pilar fundamental para el éxito en la crianza porcina. Una producción eficiente de un hato reproductor depende de factores de manejo, de salud, de alimentación y de genética. Así mismo, para obtener el máximo potencial reproductivo, es necesario desarrollar un programa de mejoramiento productivo y un plan de alimentación de acuerdo a las necesidades de producción. Así, la alimentación debe verse como el conjunto reemplazo - gestación - lactación y no cada etapa por separado. Cualquier alteración en una de esas etapas puede afectar los rendimientos futuros de la madre y sus camadas. Además debemos de enfatizar que en esta etapa la alimentación tiene un papel fundamental pues la misma tiene influencia sobre el desarrollo del feto, por lo que dependiendo de los niveles nutritivos que circulan en la sangre materna, se nutre o no adecuadamente el feto.



El estudiante mostró a lo largo del trabajo una magnífica disciplina y ha sabido poner en práctica los conocimientos científicos adquiridos a lo largo del trabajo de investigación. Trabajó de forma independiente, especialmente durante la fase experimental y búsqueda bibliográfica, presenta un documento con calidad en la redacción, cantidad y actualidad de la bibliografía así como uso adecuado de la misma.

El trabajo experimental se desarrolló siguiendo las normas y métodos establecidos por la carrera y se presenta de forma clara y precisa. La discusión de los mismos se hace con el apoyo de citas bibliográficas actualizadas y el autor expone sus criterios acertadamente para justificar técnicamente el por qué de cada uno de estos resultados el mismo tiene valor científico.

Las Conclusiones justifican que el objetivo propuesto general y los específicos fueron cumplidos.

Finalmente solicitamos a los miembros del Tribunal se le conceda la máxima calificación y desearte al estudiante Marco Antonio Pozo Vaca mucho éxito en su trabajo futuro y que ponga en práctica los conocimientos y experiencias adquiridos en Cuba en su trabajo en el Ecuador.

Ing. Yoendris M. Pascual Sánchez, MSc.

Tutor.



MS-17

UNIVERSIDAD DE GRANMA  
ACTA DE DEFENSA DEL TRABAJO DE DIPLOMA

Nombre (s) y apellidos del estudiante: Marco Antonio Pozo Vaca

De acuerdo con la Resolución Ministerial 210 / 07 del Ministro de Educación Superior y la convocatoria librada por el Decano, se constituye el tribunal integrado por:

Presidente: Jorge Lois Ramírez de la Ribera. Dr.C

Secretario: Danis Manuel Verdecia Acosta. Ms.C.

Vocal: Yilian Pérez Tamames. Ms.C.

Funjiendo como Tutor: Ms.C. Yoandris Paseval Sánchez.

y como Oponente: Ms.C. Yoanis Alvarez Báez

para evaluar en este acto público el Trabajo de Diploma que tiene por título:

Evaluación físico química del folleto de noai (Marin da citifolia L.) para la alineación de reproductores porcinos.

Una vez escuchadas la exposición del estudiante, del Tutor, del Oponente y las preguntas planteadas, el tribunal emite la calificación de 5 puntos y formula las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Realizar las correcciones correspondientes según los señalamientos de la oponente y miembros del tribunal.

Y para que así conste en el expediente académico del mencionado estudiante, se expide y firma la presente Acta a los 16 días del mes de Julio año 2012

J. Ramirez  
Presidente

[Firma]  
Secretario

[Firma]  
Vocal

Ejemplar único para archivar en el expediente académico del estudiante.





Bayamo 2 de agosto de 2012

A quien corresponda:

A través de la presente carta **CERTIFICAMOS** que el estudiante procedente de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador, **MARCO ANTONIO POZO VACA, de la Especialidad de MEDICINA VETERINARIA, CULMINÓ EXITOSAMENTE** su pasantía comprendida entre el 2 de abril de 2012 al 2 de agosto de 2012 en el Centro de Estudios de Producción Animal (CEPA) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Granma

DrC Sergio Rodríguez Rodríguez.  
Director de Relaciones Internacionales  
Universidad de Granma



## SINTESIS DE OPONENCIA AL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN TITULADO

Evaluación físico química del follaje de noni (*Morinda citrifolia* L.) para la alimentación de reproductoras porcinas.

Del autor: Marco Antonio Pozo Vaca.

Tutor: MSc Yoandris Manuel Pascual Sánchez.

La población humana crece a una tasa mayor que la de los recursos requeridos por la misma. Ante esta situación resulta necesario resolver un problema básico, la alimentación. En la actualidad se trata de producir alimentos en cantidades suficientes para cubrir las necesidades de la población mundial.

El cerdo es una de las especies más explotadas por el hombre por la capacidad de conversión de carne (Pérez, 1999). La producción de cerdos constituye unos de los renglones más importantes de la economía de algunos países. Este a diferencia de otros animales domésticos utilizados comúnmente para la producción de carne, se adapta bien a las condiciones ambientales y de explotación de los países tropicales.

Dentro del grupo de los monogástricos, 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. Por otra parte, los costos de esta última ascienden a más del 70 % de los costos totales de producción, por lo que la búsqueda de alternativas alimentarias es muy importante. Por lo que el trabajo: Evaluación físico química del follaje de noni (*Morinda citrifolia* L.) para la alimentación de reproductoras porcinas es muy relevante. Sin embargo, es necesario realizar algunos

que debía estar más actualizada, ya que la información sobre la alimentación porcina con follajes de árboles y arbustos es abundante y actualizada.

**Del sistema de Objetivos (Título-Problema-Hipótesis-Objetivo General y específicos):** El objetivo general se debe redactar mejor, ya que no guarda relación con el título y la hipótesis del trabajo.

**De la Revisión Bibliográfica:** Se tratan temas muy importantes como la producción porcina a nivel mundial y en el Ecuador particularmente; los sistemas de alimentación y alimentación de la categoría bajo estudio. Sin embargo, debería estar más actualizada. A lo largo de la misma se aprecian párrafos muy extensos que dificultan su lectura.

**De los Materiales y Métodos:** No señala el periodo de investigación, tampoco cuando se realizó la toma de muestras del follaje (periodo) para su posterior análisis. Pensamos que la cita de Van Soest (1991) podría ser reemplazada por Goering y Van Soest (1995). El análisis estadístico debe organizarse digo: Se utilizó un diseño completamente al azar con dos tratamientos y cinco réplicas. Mejorar la redacción.

**De los Resultados y discusión:** Los resultados de las tablas 5 y 6, tenían que haberse discutido más, ya que los mismos avalan la utilización del follaje de noni en la alimentación de las reproductoras porcinas. Se debe corregir los resultados de la tabla 7 y su discusión. Además, cuando en las tablas solamente aparecen dos medias no es necesario señalar la diferencia con superíndices, solamente se debe señalar el nivel de significación.

**De las Conclusiones:** La primera conclusión se debe corregir, ya que repite los resultados obtenidos en las determinaciones químicas.

**De las recomendaciones:** Se debe corregir al final de las mismas ya que recomienda la utilización de la morera (*Morus alba*) en la alimentación de reproductoras porcinas y usted trabajo el follaje de noni.

**De la Bibliografía:** Pensamos que se debe homogenizar el asiento bibliográfico, ya que aparece indistintamente el mismo. Además, hay referencias que aparecen en el cuerpo del documento y no en la bibliografía, por ejemplo: AOAC (2011). El documento consta con un total de 86 referencias, el 15 % de los últimos 5 años, el 35 % de los años 2000 a 2007, el 45 % de los años 1990 a 1999 y el resto anterior a 1990 por lo que denota cierta actualidad del documento.

Por lo antes expuesto, somos del criterio que el trabajo presenta calidad y rigor científico para este tipo de trabajo de culminación de estudios. Por lo que pedimos al tribunal que emita una calificación en correspondencia a la calidad de la presentación y las respuestas formuladas por el oponente y el tribunal.

Preguntas de la oponentencia.

- 1.- En su investigación usted realizó determinaciones de los metabolitos secundarios del follaje en estudio. Refiérase a las concentraciones de los mismos en el follaje del noni y sus implicaciones en la salud de las reproductoras porcinas.
- 2.- El consumo voluntario de los alimentos está determinado por varios factores. Refiérase a estos y especialmente a los relacionados con el follaje de noni.
- 3.- Que recomendaciones usted le haría a los pequeños y medianos productores en el Ecuador sobre la utilización del follaje de árboles y arbustos en la alimentación porcina.

Atentamente

  
MSc Yovanis Alvarez Dáez  
Centro de Estudios de Producción Animal



**MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
UNIVERSIDAD DE GRANMA**



**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-ECUADOR**

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
RECURSOS NATURALES**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**EN OPCIÓN AL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO Y  
ZOOTECNISTA**

**Evaluación físico química del follaje de noni  
(*Morindacitrifolia*L.) para la alimentación de  
reproductoras porcinas.**

**Autor:**

Marco Antonio Pozo Vaca

**TUTOR:**

Ing. Yoandris M. Pascual Sánchez Msc.

Bayamo, M.N. Cuba.  
“Año del 53 aniversario de la Revolución”  
Latacunga-Ecuador  
**2012**



# PENSAMIENTO.

*La ciencia no es, ni misterio de iniciados, ni privilegio de los aristócratas de la mente, si no el único medio que tienen los hombres de explicarse las leyes de la vida.*

*José Martí.*

## AGRADECIMIENTO.

*Les agradezco sinceramente a todas aquellas personas que aportaron su gran ayuda para que se realizara este trabajo.*

- *A mis padres por haberme apoyado en todo lo que hizo falta.*
- *A mi tutor Ing. Msc. Yoandris M Pascual Sánchez.*
- *A la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme formado los cinco años.*
- *A todos los profesores de la universidad por haberme brindado sus conocimientos.*
- *A la Universidad de Granma por tener este convenio y hace posible realizar este trabajo fuera de mi país*
- *A todos quienes forman parte del CEPA por haberme acogido en este departamento en mi estadía aquí en Cuba.*
- *A toda mi familia abuelos, tíos, primos que siempre sean preocupado de cómo me va en los estudios*
- *A mis amigos que siempre se preocuparon por el curso de los acontecimientos con respecto a la tesis.*

A todos muchas gracias.

*Marco Antonio Pozo Vaca*

# DEDICATORIA

Le dedico este trabajo a.

- A mis padres que me han apoyado siempre y dado la vida para seguir adelante y alcanzar un peldaño más en la vida.
- A mis hermanos que me apoyaron siempre de una u otra forma.

*Marco Antonio Rozo Vaca*

# RESUMEN.

Con el objetivo de determinar la composición físico química del follaje del árbol del noni (*Morindacitrifolia L.*), así como evaluar el comportamiento de algunos indicadores productivos en reproductoras porcinas alimentadas con follajes fresco de noni con vista a su utilización como fuente alternativa de alimento en sistemas productivos de pequeña y mediana escala. Se efectuó un estudio en áreas de la Universidad de Granma, Cuba, para lo cual se tomaron muestras de follaje de noni con una edad de 120 días provenientes de la Empresa Agropecuaria Camilo Cienfuegos, ubicada en el Municipio Manzanillo, provincia Granma, Cuba. Para la composición química se determinó la MS, Ceniza, PC y FC siguiendo la metodología de la AOAC. En el caso de la determinación de la FND y FAD se usó el método descrito por Van Soest. Para el análisis de los metabolitos secundarios se aplicó el procedimiento descrito en el método propuesto por Miranda y Cuellar y se corroboró mediante Cromatografía de Capa Fina. La evaluación de la respuesta de las reproductoras alimentadas con follaje fresco de noni se efectuó en un convenio porcino del Municipio Manzanillo, localizado en el poblado de San Francisco. Determinándose el efecto del estado reproductivo de las cerdas en el consumo de noni fresco y el efecto en los indicadores productivos y de salud de las crías. El follaje de noni presentó valores de PC de 19,10 % y de FC de 26,50 %, los cuales se encuentran entre los rangos estimados para poder usar esta arbórea en la alimentación porcina y no se observó alteración en los indicadores reproductivos y de salud de las crías evaluadas en cerdas alimentadas con follaje fresco de noni (*Morindacitrifolia*) en las diferentes etapas reproductivas.



## ABSTRACT.

With the objective of determining the composition physique chemistry of the foliage of the tree of the noni (*Morindacitrifolia L.*), as well as to evaluate the behavior of some productive indicators in sows fed with fresh foliages of noni with view to their utilization like alternative source of food in productive systems of small and average scale. A study was made in areas of the University of Granma, Cuba, for that which they took samples of noni foliage with an age of 120 days coming from the Empresa Agropecuaria Camilo Cienfuegos, located in the Municipality Manzanillo, county Granma, Cuba. For the chemical composition it was determined DM, Ash, CP and CF following the methodology of AOAC. In the case of the determination of NDF and ADF you use the method described by Van Soest. For the analysis of the secondary metabolites the procedure was applied described in the method proposed by Miranda and Cuellar and you corroborates by means of Chromatography of Fine Layer. The valuation of the answer of the sows fed with fresh foliage of noni was made in a swinish accord of the Municipality Manzanillo, located in San Francisco. Being determined the effect of the reproductive state of the sows in the consumption of fresh noni and the effect of this consumption in the productive indicators and of health of the breedings. Being that the noni foliage possesses values of CP of 19,10% and of CF of 26,50%, which are among him among the dear ranges to be able to use this arboreal one in the pigs alimentation and any alteration was not observed in the reproductive indicators and of health of the breedings evaluated in sows fed with fresh foliage of noni (*Morindacitrifolia*) in the reproductive different stages.

## Indice

INTRODUCCIÓN.....	1
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
1.1 SITUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PORCINA EN EL MUNDO.....	5
1.2 PRODUCCIÓN PORCINA EN EL ECUADOR.....	7
1.3 SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN PORCINAS.....	8
1.3.1 Sistema Convencional.....	8
1.3.2 Sistema no convencional.....	9
1.4 ASPECTOS GENERALES DE LA ALIMENTACIÓN DE LAS REPRODUCTORAS PORCINAS.....	13
1.4.1 Manejo de la alimentación de la cerda lactante.....	14
1.4.2 Alimentación de la cerda gestante.....	16
1.5 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES EN LA REPRODUCCIÓN.....	17
1.5.1 Fibra en la alimentación de las reproductoras.....	18
1.5.2 Vitaminas y Minerales.....	19
1.5.3 Energía.....	20
1.5.4 Proteína y aminoácidos esenciales.....	21
1.6 GENERALIDADES DE LOS ÁRBOLES Y ARBUSTOS FORRAJEROS.....	22
1.7 ÁRBOLES Y ARBUSTOS FORRAJEROS EN LA ALIMENTACIÓN DE LAS REPRODUCTORAS.....	25
1.8 CARACTERÍSTICAS GENERALES Y EMPLEO DEL NONI.....	27
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
2.1 EVALUACIÓN QUÍMICA Y FÍSICA DEL FOLLAJE DE NONI ( <i>MORINDA CITRIFOLIA L.</i> ).....	29
2.1.1 Determinación de la composición química del follaje.....	30
2.1.2 Propiedades Físicas de la matriz fibrosa.....	31
2.2 ESTUDIO DE RESPUESTA ANIMAL CON REPRODUCTORAS.....	32
2.2.1 Evaluación del efecto del estado reproductivo de las cerdas en el consumo de noni fresco.....	33
2.2.2 Evaluación del efecto del consumo de noni fresco en los indicadores productivos y de salud de las crías.....	34
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
3.1 EVALUACIÓN QUÍMICA Y FÍSICAS DEL FOLLAJE DE NONI ( <i>MORINDA CITRIFOLIA L.</i> ).....	36
3.2 ESTUDIO DE RESPUESTA ANIMAL CON REPRODUCTORAS.....	41
CONCLUSIONES.....	45
RECOMENDACIONES.....	46
BIBLIOGRAFÍA.....	47

# INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas que enfrenta la humanidad es la creciente demanda de proteína de origen animal, creándose la necesidad de dar respuestas viables a corto plazo y dentro de ellas hacer la producción porcina más eficiente (Huerta 2004). Es necesario destacar la situación que existe en decenas de países y en general en el mundo, donde la crisis nutricional es extremadamente grave, al déficit de proteína de origen animal se pasea por el mundo subdesarrollado unido al crecimiento demográfico, lo cual hace más grave dicha situación.

Alonso (1997) plantea que la explotación del ganado porcino tiene gran importancia para nuestra economía y constituye una fuente valiosa para la alimentación de nuestro pueblo. La reproducción es uno de los aspectos más importantes de la explotación animal, por ser esta la que nos permite la continuidad de la especie; además juega un papel importante dentro de la economía de una granja de tal manera Guerrero, (1981) refiere que resultan esenciales los estudios que analizan los factores que afectan los rasgos integrantes del mismo, pero con ellos incrementar la productividad en las cerdas. Alcanzar el nivel óptimo de fertilidad y una alta eficiencia reproductiva depende de la habilidad de la hembra para presentar calores normales, concebir y producir camadas, lo cual está influenciado por el factor nutricional y de manejo (Mota, 2000).

A pesar de la aparición de líneas específicas de hembras, el efecto de la selección agresiva para aumentar el crecimiento de tejidos magros y para mejorar el índice de conversión nos ha creado una serie de graves problemas de manejo en la nutrición de las cochinitas de reemplazo. (Diéguez, 2002). El desecho y reemplazo de reproductoras es una actividad de gran importancia en la producción porcina, una correcta política de desecho permite contar con una estructura del rebaño de reproductoras que garantice una alta productividad y un ahorro importante en el desarrollo o la compra de las hembras de reemplazo (Cervantes et al, 2002). Uno de los aspectos de más difícil solución en la explotación porcina es la alimentación, y no existen dudas de su íntima relación con la reproducción, la alimentación ocupa un lugar primordial en todos los procesos de la reproducción.

La alimentación de la cerda gestante sea jóvenes o adultas debe de estar perfectamente balanceada para proporcionar todos los requerimientos de nutrientes necesarios y optimizar los rendimientos productivos. Se cuenta con diferentes métodos de alimentación para cerdas gestantes, todos ellos utilizan un sistema de alimentación

restringida y la cantidad de alimento depende de la composición de la dieta y de la etapa de gestación en que se encuentre la cerda. El alimento balanceado de las cerdas está compuesto de una combinación de granos, de fuentes de proteína, de subproductos agroindustriales, vitaminas, minerales y aditivos (Campabadal, 2009). Los cuales encarecen los sistemas de alimentación implementados en la actualidad para las reproductoras porcinas, limitando la disponibilidad de este tipo de alimentos a los pequeños y medianos productores.

No obstante se hace necesario buscar otros tipos de alimentos que puedan sustituir total o parcialmente las materias primas tradicionales (Granos de Cereales) y de este modo abaratar los costos de producción con un nivel de eficiencia que haga rentable la producción (González et al 2006). En este sentido el trópico ofrece un sin número de ventajas, las cuales debemos aprovechar para obtener una producción acorde a nuestras condiciones utilizando los recursos locales. Contamos con una gran variedad de plantas que aportan una cantidad de biomasa suficiente para suplir gran parte de las necesidades nutricionales, tanto proteica como energéticas en la alimentación de animales monogástricos como el cerdo (Cuellar, 1991).

Los follajes de arbóreas y arbustivas son un grupo de alimentos que no han sido totalmente explotados en los sistemas de alimentación porcinas, dado según (Ruiz et al 2005) por el escaso conocimiento de la composición físico químico, la palatabilidad de sus hojas, así como el desconocimiento de algunos aspectos agrotécnicos y de manejo que dificulta su utilización. El uso de follaje de árboles como alimentos para cerdos ha sido abordado por Hutagalung (1981) como una forma más de usar residuos de cosecha sin otra utilidad. Sin embargo, algunas de las revisiones iniciales sobre este asunto se inclinaba más a señalar las limitaciones de su uso, más que su verdadero potencial de aprovechamiento por los cerdos.

Ante la revisión del tema no existía mucha información en lo referente al uso del follaje de árboles tropicales en la alimentación del ganado porcino. En los últimos quince años, algunos datos se han ido acumulando sobre este tópico, sobre todo procedentes de países latinoamericanos y del sudeste asiático. Sin embargo, es práctica común en muchas partes del mundo tropical el uso de hojas o follaje de árboles en la porcicultura, fundamentalmente en sistemas productivos de traspatio o pequeña escala (Macías 1999 y Ly 2004).

Actualmente existen una gran cantidad de especies que pueden ser utilizadas en la alimentación porcina en sistemas productivos de pequeña y mediana escala.

Destacándose la Morera (*Morus alba*), el Nacedero (*Trichanthera gigantea*) y el Noni (*Morindacitrifolia*). Esta última muy utilizada en la farmacología por sus propiedades medicinales principalmente de sus frutos (Cancela 2010), entre los componentes del noni cabe destacar la presencia de vitaminas, minerales, aminoácidos y alcaloides, tales como la xeronina y el damnacantal. Esta especie tiene muchas bondades pero lamentablemente ha sido poco estudiada en la alimentación animal.

El noni presenta una alta producción de biomasa durante todo el año, se desarrolla con gran facilidad en diferentes ecosistemas gracias a su gran plasticidad ecológica y alcanza su desarrollo vegetativo muy rápido. Por lo tanto se hace factible efectuar estudios encaminados a caracterizar la planta para su futura utilización en la alimentación porcina en sistemas de producción a pequeña y mediana escala (Ramos, 2002).

**Problema:**

En el Ecuador no se dispone de un sistema de alimentación basado en recursos nacionales como los follajes arbóreos que pueda sustituir al menos parcialmente los alimentos convencionales.

**Hipótesis:**

Con la evaluación de la composición físico química del follaje del árbol del noni (*Morindacitrifolia L.*) así como la evaluación del comportamiento de algunos indicadores productivos en reproductoras porcinas alimentadas con la misma, se podría utilizar su biomasa como una fuente alternativa de alimento en sistemas productivos de pequeña y mediana escala.

**Objetivo General:**

Evaluar la composición físico química del follaje del árbol del noni (*Morindacitrifolia L.*), así como evaluar el comportamiento de algunos indicadores productivos en reproductoras porcinas alimentadas con follajes fresco de noni con vista a su utilización como fuente alternativa de alimento en sistemas productivos de pequeña y mediana escala.

**Objetivo Específicos:**

1. Determinar la composición físico química del follaje del árbol del noni (*Morinda citrifolia* L.) para su utilización en la alimentación porcina.
2. Evaluar el comportamiento de algunos indicadores productivos en reproductoras porcinas alimentadas con follaje fresco de noni (*Morinda citrifolia* L.).

## **1. Revisión Bibliográfica.**

### **1.1 Situación de la producción porcina en el Mundo.**

En el ámbito mundial la producción porcina ocupa un lugar muy destacado, dentro de las producciones pecuarias. La producción mundial de carne puede cifrarse en unas 220 millones de toneladas anuales de las cuales, aproximadamente un 41 % (91 millones de toneladas/año) corresponden al ganado porcino (Buxadé, 2000).

La carne de cerdo ha formado parte de la dieta del hombre desde que fue introducido por los Españoles, con el paso del tiempo se ha arraigado en el gusto de los consumidores de forma inigualable como lo demuestra la producción mundial de carne. Los países desarrollados con el 21 % de la población mundial, alcanzan el 39,7 % del total de la producción de este alimento y en el otro lado China con sus altos crecimientos ya rebasa el 75 % del total de la carne producida por el conjunto de países en vía de desarrollo. Estas producciones se realizan a expensa de la importación de granos preferentemente de Estados Unidos, país este que junto a Brasil y Argentina producen el 82 % de la soya mundial y el 50 % del maíz.

Pérez (2005) plantea que los países en desarrollo con el 76.8 % de la población mundial producen solamente el 33.9 % de la carne total. De esta producción el primer lugar lo ocupa la carne de cerdo tanto en las áreas de los países desarrollados y subdesarrollados en su conjunto.

Es por ello que la industria porcina mundial continua mostrando una transformación acelerada en su estructura global, manteniendo no tan solo un crecimiento correlacionado a una creciente demanda, sino también en su estructura productiva cada vez más integrada y concentrada, incorporando agresivamente tecnologías para el desarrollo de conceptos de calidad y valor agregado (Mora, 2005).

Debemos señalar que el sector porcino ha sufrido una gran evolución en los últimos años. Estos cambios han incidido de forma notoria sobre los sistemas de explotación y las técnicas de producción. Según Martín (1998 b) el objetivo

final de esta actividad ganadera es optimizar al máximo la productividad y elevar cada vez en mayor proporción la oferta de carne en el mercado en comparación con la de otras especies de animales domésticos.

Estos planteamientos son ratificados por Cuenca (2003) quien señala que en la medida que transcurran los años la producción de carne de cerdo va a ser mayoritariamente, siendo una muestra de ello el crecimiento que se preveo para el 2005 de 100 millones de toneladas métricas.

En la tabla 1 se muestran los principales productores porcinos en el período 2003-2010. Destacándose China como uno de los principales productores con más de 50.000 Tm de carne porcina producida en el 2010 y es el país que ha mantenido desde el 2003 una producción superior a los 40.000 Tm, representando el 49,4% de la producción mundial. En nuestra área se destaca Brasil, siendo el cuarto país a nivel mundial en producir carne porcina con un estimado en el 2010 de 3.170 Tm.

**Tabla 1.** Principales productores porcinos período 2003 – 2010 (expresado las cantidades en miles de Tm).

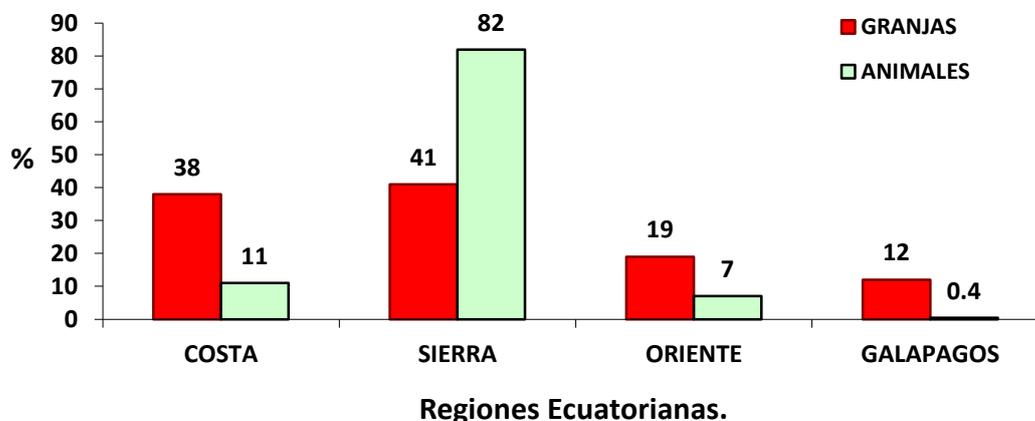
Países	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	%
China	45.186	43.410	45.553	46.505	42.878	46.205	48.905	50.000	49.4
U.E	17.787	21.074	21.105	21.405	22.781	22.564	21.449	22.048	21.8
EE.UU.	9.056	9.312	9.392	9.559	9.962	10.599	10.442	10.052	9.9
Brasil	2.560	2.600	2.710	2.830	2.990	3.015	3.130	3.170	3.1
Canadá	1.882	1.936	1.765	1.748	1.746	1.786	1.789	1.750	1.7
Rusia	1.710	1.725	1.735	1.805	1.910	2.060	2.205	2.270	2.2
Japón	1.260	1.272	1.245	1.247	1.250	1.249	1.310	1.280	1.3
México	1.100	1.150	1.195	1.109	1.152	1.161	1.162	1.161	1.1
Corea S.	1.149	1.100	1.036	1.000	1.043	1.056	1.062	1.097	1.1
Vietnam	-	1.408	1.602	1.713	1.832	1.850	1.850	1.870	1.8
Filipinas		1.145	1.175	1.215	1.250	1.225	1.240	1.255	1.2

Fuente: FAO, 2011

## 1.2 Producción porcina en el Ecuador.

En Ecuador el consumo de carne de cerdo está alrededor de los 6.8 kilos por persona/año, parámetro muy por debajo del en países desarrollados, lo cual nos indica una actividad con gran potencial de crecimiento (Johan 1983).

Según el III Censo Nacional Agropecuario, la producción nacional es de 82 mil toneladas, de las cuales 52 mil corresponde a la producción industrial, sector que ocupa alrededor de 24 mil empleos directos y en forma indirecta se benefician otras 50 mil personas. Los resultados del censo arrojan que en el país existen 1.737 granjas porcinas con 20 o más animales o con al menos 5 madres, con un total de 310.607 cerdos. El mayor porcentaje de granjas y de animales se encuentran en las regiones Sierra y Costa, con el 79% de las granjas registradas y al 93% de la población porcícola. En la Amazonía y Galápagos existe el 31% de las granjas y solamente el 7.04 de los porcinos (Figura 1).



**Figura 1.** Porcentaje total de granjas vs porcentaje total de cerdos por región.

**Fuente:**Boletín informativo de ASPE (2011).

En el Ecuador el 79% de la población porcina es de raza criolla, 19% mestizo y apenas el 2% de razas puras; esta situación nos revela que la explotación es de tipo tradicional, encontrándose en manos de pequeños productores, siendo el objetivo principal satisfacer el mercado local y nacional; por lo tanto se considera más bien una actividad complementaria a las labores económicas de los campesinos. La producción porcina está claramente dividida entre un

pequeño grupo de grandes fincas tecnificadas con sistemas de producción intensiva, que representan el 3% del total de granjas y poseen el 73% de la población porcina y un gran grupo de pequeñas y medianas granjas que equivalen al 97% del total y poseen el 27% de los cerdos (ASPE 2011).

La principal fuente de alimentación de los porcinos es el alimento balanceado con un promedio ponderado del 73%, seguido de la categoría otros alimentos (subproductos de la industria) con el 12,7%, granos enteros o molidos 8,6% y el forraje verde 5,3% (ASPE 2011).

El peso promedio ponderado nacional de los cerdos al sacrificio es de 109 kilos, los cuales se alcanza a los 169 días desde el nacimiento. El 73% de los productores venden los cerdos al intermediario, el 11% directamente al camal, el 14% en la ferias de ganado en pie y apenas el 2% comercializa directo con la industria de cárnicos (ASPE 2011).

### **1.3 Sistemas de alimentación porcinas.**

En el mundo existen varios sistemas de alimentación de los cerdos, los que se han adaptado de acuerdo a las diferentes condiciones económicas de los países o regiones entre los que se pueden citar los siguientes:

#### **1.3.1 Sistema Convencional.**

Este método se basa en el consumo de cereales y de concentrado de alto valor nutritivo, que favorecen en gran medida el desarrollo y crecimiento de los animales, pero para su utilización se requiere según Chinchilla et al (2004) de una gestión experta y la cooperación de varios especialistas, además de niveles altos de concentrados, por lo que los costos de alimentación representan un 75 % de los gastos totales de producción.

Según Preston (2007) estos sistemas no utilizan eficientemente las grandes riquezas naturales que posee un país tropical con densidad de población relativamente baja. Además están muy influenciados por el desequilibrio en la

distribución de la población y refleja la falta de empleo en el campo, incentivos y tecnologías apropiables desde el punto de vista de la naturaleza de los recursos naturales.

Loula (1995) plantea que este sistema, que es el más utilizado mundialmente, presenta serias desventajas, relacionadas con la alimentación y las instalaciones. El elevado uso de cereales y suplementos proteicos pone al sistema en dificultades dado el alza de los precios de las materias primas.

Esta situación provoca que la producción estabulada de cerdos en Latinoamérica se caracterice por los altos costos de alimentación e instalaciones, que unido a los elevados niveles de contaminación, determinan que la empresa porcina sea menos viable en su ejecución. Como consecuencia es necesario plantear sistemas de alimentación de menor costo que justifique su uso a través del comportamiento productivo, confort del animal, disminución de los problemas ambientales con tendencia hacia la agricultura orgánica y que el producto llegue al mercado con buena perspectiva de comercialización, y un menor costo de producción (Gill, 2003).

### **1.3.2 Sistema no convencional.**

Los problemas de falta de alimentos que afectan a la sociedad humana han hecho que la alimentación de los animales, fundamentalmente los monogástricos haya sufrido cambios que han consistido en sustituir los productos que se han utilizado tradicionalmente para este fin por otros que son menos apreciados o no utilizados por el hombre, esto ha llevado a la alimentación no convencional. Por otra parte, la necesidad de preservar la salud del hombre con la ingestión de productos más sanos y la conservación del medio ambiente, hace que la agricultura orgánica sea sostenible y cobre cada vez más adeptos en todo el mundo propugnando el uso de desperdicios que puedan ser contaminantes del medio en la alimentación de los animales.

Los alimentos no convencionales (derivados de la caña de azúcar, desperdicios, residuos, subproductos de la actividad humana y otros) presentan como característica, que no se obtienen directamente de la naturaleza como es

el caso del maíz, soya, etc. Estos alimentos han surgido de la inteligencia y la necesidad del hombre por buscar nuevas alternativas. El problema radica en cómo se debe manipular para adaptarlos al metabolismo de los animales para que la producción porcina sea eficiente.

Otro alimento líquido y que ocupa un lugar especial son las pastas proteicas que se elaboran en líneas independientes y que permiten balancear el nivel de proteína del mismo. Las pastas proteicas se fabrican a partir de la recuperación de cadáveres de animales, residuos de mataderos y desechos de la pesca.

Se utilizan en esta tecnología destructores termomecánicos diseñados en Cuba (Pineda et al 1994) que posibilita ahorro de energía si se compara con las tecnologías tradicionales utilizadas en la preparación de harina de carne o pescado. Por otro lado la utilización de bioresiduos adquiere una necesidad para aquellos países donde no existen condiciones agrícolas para el desarrollo de plantas oleaginosas que permitan cubrir las necesidades proteicas para la alimentación animal.

Las actividades que realizan las actuales plantas de aprovechamiento industrial (PNUD, 1991) son parte inseparable de las medidas sanitario - veterinarias que se aplican en Cuba para mantener una higiene ambiental adecuada y preservar las distintas regiones del país para mantener un buen estado sanitario (IMV, 1984).

Los países industrializados han desarrollado diferentes métodos para la utilización de estas fuentes agresivas al medio ambiente y que procesadas constituyen fuentes proteicas alternativas para la alimentación animal (Martínez, 1997) de diferentes formas a través de la cocción de cadáveres que cocinados eficientemente constituyen las pastas proteicas y que son utilizadas en la alimentación porcina con resultados en el ahorro de fuentes proteicas convencionales.

Es por ello que desde la década del 60, según Díaz et al (2004) en Cuba se desarrolló un sistema de alimentación no convencional en las categorías de ceba y cerdas gestantes en grandes unidades estatales, con la utilización de mieles de caña, levaduras torula como fuente proteica y desperdicios de

comedores agrícolas e industriales. El resto del alimento era convencional a partir de productos importados, maíz, trigo, soya y harina de pescado.

Actualmente se desarrollan crianzas de pequeño o mediano tamaño con una utilización cada vez mayor de productos no convencionales en la dieta, aunque se tiende a la siembra de maíz, soya y girasol como parte importante en estos sistemas de alimentación, fundamentalmente, para las categorías menores y las cerdas lactantes. En estos sistemas de alimentación tienen una participación importante los tubérculos como la yuca y el boniato de los que se utiliza el follaje y los residuos no aptos para el consumo humano (Montilla, 1994).

Por otra parte, se aprovechan zonas de arboledas donde abundan alimentos y agua para la crianza extensiva en cotos porcinos y se comienza a recuperar la tecnología de la crianza intensiva al aire libre, donde se aplican los principios de la agricultura orgánica (Argenti y Espinosa, 2004).

Las investigaciones en Cuba, están encaminadas en estos momentos a la evaluación y caracterización de productos y subproductos y al desarrollo de tecnologías para la obtención de nuevos alimentos, que puedan sustituir a los cereales y fuentes proteicas tradicionales por hojas y tallo de plátano, follaje y harina de tubérculos de yuca y boniato, Saccharina, miel proteica, harina de larvas de moscas, follaje de *Leucaenaleucocephala* y plantas acuáticas entre otros cultivos no convencionales, así como los estudios digestivos y metabólicos de los mismos (Ly , 2004 a).

Un aspecto que se ha señalado por diversos autores y que no debe obviarse en la alimentación no convencional de cerdos es el relacionado con los indicadores económicos, la valoración de la conversión y la eficiencia que sin dudas no pueden ser las tradicionales. Es necesario valorar la productividad de los cultivos, el uso de los subproductos agrícolas e industriales, su significado e importancia en la descontaminación ambiental. Debe lograrse economía en la transportación de productos con bajo contenido de materia seca, ubicando las unidades cerca de donde se producen y reclamar en su justa importancia la posibilidad de alimentar a los animales y obtener carne con productos

autóctonos, de forma estable sin dependencia de la inestabilidad y los costos fluctuantes del mercado (Domínguez,1990).

Otro de los grandes sistemas es a base de una alimentación alternativa fundamentalmente utilizando los recursos locales, pequeñas instalaciones de bajo costo de inversión y un mejor aprovechamiento de los insumos, recursos locales y humanos, en este sistema hay un incremento de la participación en la producción de los pequeños y medianos productores con características de sostenibilidad insertados a la cadena productiva a través de los convenios porcinos, una vía actual para producir mucha más carne de buena calidad para la comercialización y a un ínfimo costo de producción.

A nivel mundial este sistema tiene su aplicación a través del método de crianza de traspatio donde los cerdos se alimentan principalmente con desperdicios y subproductos que en ocasiones ellos mismos se procuran. Este método de crianza consiste en el uso mínimo de instalaciones con una alimentación donde la base sea los recursos alternativos y competitivo de la zona, además con máxima incorporación de recursos alternativos en las dietas, esto debe ser la premisa básica en la que se debe sustentar la cría de cerdos a campo, de tal forma que se facilite la máxima expresión de las posibilidades biológicas de producción de las especie a bajo costo. Esto sería factible con el uso de recursos como la caña de azúcar (jugo de caña , miel integral , miel a, miel b , miel rica , miel final , levaduras y raspaduras) en alimentación de los cerdos , se tiene un gran número de resultados los cuales han confirmado la viabilidad y factibilidad de utilización, dando origen a raciones que suplen los requerimientos de los cerdos a campo , generando así la sostenibilidad del sistema, dadas principalmente por la relación agrícola : vegetal – porcino (Vázquez , 2005 ).

En el trópico donde existe gran variedad de tierras que pueden adecuarse a la producción a campo, con condiciones climáticas apropiadas y donde la explotación de recursos tropicales tienen una alta productividad de biomasa además de contar con una gran cantidad de subproductos de diferentes orígenes. Se pueden generar sistemas de producción de cerdos a campo alimentados con raciones balanceadas diseñadas en base a esos recursos, lo

que podría dar origen a un producto de buena calidad y a un menor costo de producción que pudiera ser asequible a la gran mayoría de la población (González y Hurtado, 2001).

Según Vadell (2005) Se han obtenido valores de producción a campo, que justifican plenamente la permanencia de este sistema, lo cual está ligado íntimamente al uso de los ecosistemas pastoriles permanentes, de bajo costo y no competitivos con la alimentación humana. Entre las bondades de este sistema tenemos:

- Los animales disponen de suficiente espacio en las parcelas para elegir sitios donde efectuar sus deyecciones.
- Se reducen las conductas de dominancia entre los animales.
- Las condiciones laborales generadas en el sistema a campo se consideran más confortables que las de sistemas confinados.
- El sistema es respetuoso al medio ambiente.
- La dispersión de las pjaras lo convierte en un contaminante bajo, pues las deyecciones se distribuyen naturalmente en el campo, incorporadas al suelo como abono.
- Se mejoran los niveles de materia orgánica del suelo.

Ambos sistemas de producción, cada uno con su característica racionales posee objetivos diferentes. En la intensiva y semintensiva, se aspira a la comercialización para el abastecimiento de las poblaciones urbanas y semiurbanas (Vásquez, 2005).

#### **1.4 Aspectos generales de la alimentación de las reproductoras porcinas.**

Una producción eficiente de un hato reproductor depende de factores de manejo, de salud, de alimentación y de genética. Así mismo, para obtener el máximo potencial reproductivo, es necesario desarrollar un programa de mejoramiento productivo y un plan de alimentación de acuerdo a las necesidades de producción. Así, la alimentación debe verse como el conjunto reemplazo - gestación - lactación y no cada etapa por separado. Cualquier

alteración en una de esas etapas puede afectar los rendimientos futuros de la madre y sus camadas (Campabadal, 2009).

#### **1.4.1 Manejo de la alimentación de la cerda lactante.**

La alimentación durante la etapa de lactación es la más importante del hato de cría por la alta demanda de nutrimentos para la producción de leche y el problema de bajo consumo de alimento en zonas con temperaturas ambientales mayores a los 25 grados centígrados, el alimento debe darse a libre voluntad. Debe permitirse a las cerdas que consuman si son primerizas de 5,5 a 6 kg por día y si son adultas de 6 a 7 kg por día. Este total de alimento debe ser repartido de 4 a 6 veces por día y en zonas cálidas darlo a las horas más frescas y durante la noche. Cuando la cerda tiene menos de 8 lechones se deben dar 2 kg a ella y 0,5 kg por lechón. La forma más común de alimentar a la cerda es que consuma de 0,5 a 1 kg de alimento el día del parto y luego incrementarlo para que entre el quinto al sexto día estén a máximo consumo. Para optimizar el consumo de alimento y como resultado los rendimientos de las cerdas es importante seguir las siguientes recomendaciones:(Campabadal, 2009).

- Mantener la cerda fresca (15 a 25 °C).
- Servirle pequeñas cantidades (1 a 2 kg varias veces al día).
- Obligarla a pararse para que orine, defaque, tome agua y coma.
- Mantener los comederos aseados, sin alimento rancio.
- Quitar el alimento sobrante antes de servir el nuevo.
- Dar alimento húmedo, o usar comederos con bebedero integrado.
- En climas cálidos rociar el alimento con un poco de aceite vegetal.

Una dieta para cerdas lactantes está formada por fuentes de energía, proteína, vitaminas, minerales y aditivos. Las fuentes de energía son principalmente granos, subproductos, grasas y aceites. La principal fuente de energía en la dieta de cerdas lactantes es el maíz. Este ingrediente se combina con una fuente de proteína como la harina de soya y además es complementada con una grasa o aceite para satisfacer adecuadamente los requerimientos

energéticos de la cerda. Los subproductos agroindustriales como los de arroz, trigo, caña deben usarse con limitación en dietas para cerdas en lactación. Se debe utilizar un solo subproducto a niveles no mayores de un 5% en la ración, para no reducir el nivel energético de la misma. El propósito de su utilización es para evitar el estreñimiento que causa el estrés en la cerda. Las grasas y aceites son ingredientes obligatorios en una dieta de cerdas lactantes, especialmente en climas cálidos. Su utilización ha producido mejoras en la supervivencia de los lechones. El nivel de grasa en la dieta dependerá del nivel de energía que se desee y las mejores respuestas se han obtenido con niveles entre un 5 y un 8%. El nivel de sal en dietas de cerdas lactantes está establecido en 0,50%. Existen diferentes tipos de aditivos no nutricionales que se utilizan en la elaboración de dietas para cerdas en lactación. Los antibióticos son los más utilizados y los que producen respuestas más consistentes. También enzimas, levaduras y probióticos entre otros con resultados más variables (Campabadal, 2009).

En relación con la composición nutricional de la dieta para cerdas lactantes, esta debe tener un 18% de proteína, 1,10% de lisina, 1 % de calcio, 0,45% de fósforo aprovechable y un nivel de energía metabolizable de 3,5 Mcal/kg. En el caso de líneas genéticas específicas es más recomendable utilizar los requerimientos recomendados por ellos (Campabadal, 2009).

Las cerdas durante la etapa de lactación si son buenas cerdas, pierden condición corporal. Es muy importante que estas no pierdan más de 4 mm de grasa dorsal durante todo el período de lactación. Para evitar esta situación tenemos que garantizar que el animal reciba la mejor calidad en la dieta y un máximo consumo de alimento (Campabadal, 2009).

Una vez que ocurre el destete hay una reducción en el consumo de alimento. Las cerdas que se destetan entre los 17 y los 28 días, normalmente ciclan en un período de 10 días, siendo los valores normales si la condición corporal es adecuada entre los 4 y 7 días. En la mayoría de las granjas porcinas se les suministra entre 3 a 4 kg por cerda; sin embargo, es recomendable un consumo elevado (“flushing”) del destete hasta la aparición del calor para

cerdas que perdieron mucha condición corporal. Este procedimiento mejora la tasa de ovulación en cerdas de pobre condición corporal. Una vez que la cerda fue montada, se realiza un programa de restricción de alimento para disminuir la mortalidad embrionaria (Campabadal, 2009).

#### **1.4.2 Alimentación de la cerda gestante.**

La alimentación de la cerda gestante sea joven o adulta debe de estar perfectamente balanceada para proporcionar todos los requerimientos de nutrimentos necesarios y optimizar los rendimientos productivos. El efecto negativo de una alimentación deficiente repercute en los rendimientos reproductivos dos o tres partos posteriores, dada la capacidad que tiene la madre de sacrificar sus propias reservas corporales sin afectar el desarrollo prenatal de los lechones. Así, las granjas porcinas que utilizan sistemas deficientes de alimentación durante la época gestante, presentan tasas de reemplazo mayores al 50%. Además, el número promedio de partos de esas cerdas fluctúa entre los 2,5 y 3 partos (Campabadal, 2009).

Se cuenta con diferentes métodos de alimentación para cerdas gestantes, todos ellos utilizan un sistema de alimentación restringida y la cantidad de alimento depende de la composición de la dieta y de la etapa de gestación en que se encuentre la cerda. Existen tres métodos generales de alimentación que son el uso de alimento balanceado, la utilización de alimentos altos en humedad más un suplemento de proteína y la alimentación en un sistema de pastoreo. El alimento balanceado de las cerdas está compuesto de una combinación de granos, de fuentes de proteína, de subproductos agroindustriales, vitaminas, minerales y aditivos. Este debe tener una composición de 14% de proteína, 0,65% de lisina, 0,90% de calcio, 0,40% de fósforo aprovechable y 2,8 a 3,0Mcal/kg de energía metabolizable. La cantidad de alimento que se proporciona es restringida y fluctúa desde 1,5 a 3,5 kg/día, según la etapa de gestación, siempre tratando de satisfacer el requerimiento diario de nutrimentos (Campabadal, 2009).

La forma más eficiente de suministrar el alimento es dividirlo en tres etapas con el fin de que se utilice más eficientemente, se evite una mayor mortalidad embrionaria, se recupere el tejido corporal perdido y se obtenga un lechón de un mayor peso al nacimiento. Este sistema consiste en suministrar de la monta al quinto día de gestación una cantidad de alimento de 1,5 kg por día, luego del tercer día al día 90 suministrar 2,0 kg y de ahí al final de la gestación una cantidad de 3 a 3,5 kg por día. En la elaboración del alimento de gestación se usa como base el maíz y la harina de soya, pero se pueden usar niveles mayores de subproductos agroindustriales, para evitar problemas de estreñimiento. Los subproductos de trigo se pueden utilizar en niveles de 20 a 30%. También los subproductos de arroz se utilizan en niveles máximos de un 20% y la melaza de caña a un nivel máximo de un 10%. Cuando se combinan 2 subproductos agroindustriales se incorpora a la dieta la mitad del valor máximo recomendado de cada subproducto (Campabadal, 2009).

Una práctica común en zonas tropicales al alimentar cerdas gestantes, es la utilización de productos energéticos altos en humedad, más un suplemento de proteína. Los productos más utilizados son el banano, la yuca y el camote. La cantidad que se debe suministrar a las cerdas gestantes varía según el producto y se debe hacer con un complemento de proteína, que proporcione además los minerales y las vitaminas. El consumo óptimo de este suplemento es de 1 kg/cerda/día. La composición del suplemento es la misma que para cerdas de reemplazo. Para esta etapa, el consumo de fuentes energéticas altas en humedad varía de 6 a 10 kg de fruta por día. La utilización económica de estos productos depende de su precio y del costo del transporte para su movilización (Campabadal, 2009).

### **1.5 Requerimientos nutricionales en la reproducción.**

Durante la etapa reproductiva la cerda necesitan nutrientes para el mantenimiento, para cualquier ganancia de peso de la madre y para el desarrollo de los tejidos fetales (Díaz 1992).

La alimentación de las cerdas gestantes tiene influencia sobre el desarrollo del feto, por lo que dependiendo de los niveles nutritivos que circulan en la sangre

materna, se nutre o no adecuadamente el feto (Fuentes, et al 2000).

Una alimentación excesiva durante este período produce animales más pesados, con mayores requerimientos para su mantenimiento; también produce mayor mortalidad embrionaria, camadas menos numerosas y una ingestión menor de alimento durante la lactancia. Por lo tanto, es necesario controlar la ganancia de peso y la condición corporal de la cerda, dependiendo de su peso y del número de pariciones (Ahrne 1996).

También es importante utilizar la correcta estrategia alimenticia en las diferentes etapas de la preñez. Al comenzar ésta, los nutrientes que se suministren por encima de los requerimientos de mantenimiento corporal van directamente al cuerpo de la cerda (Foxcrof et al 1998).

Las necesidades de la ganancia fetal en un inicio son pequeñas, pero más adelante con el desarrollo fetal los requerimientos se hacen mayores por lo que debe aumentar el consumo de nutrientes por parte de la madre, para asegurar un buen peso al nacer a los lechones (Tristate 1998).

### **1.5.1 Fibra en la alimentación de las reproductoras.**

Las reproductoras son una de las categorías que hacen un uso eficiente de los alimentos con altos contenidos fibrosos como los follajes de árboles y arbustos, lo que trae consigo ventajas nutricionales y fisiológicas, ya que éstos son una buena fuente de vitaminas y minerales, además provocan un sentimiento de saciedad y por consiguiente una reducción del período de hambre del animal (Vestergaard, 1997).

Los piensos con alto contenido en fibra aumentan el tiempo de ingestión y satisfacen la motivación de la cerda por el alimento sin incrementar exageradamente la ingestión de energía (Brouns et al., 1994 y Bergeron et al., 2000).

Las cerdas, especialmente las adultas, tienen una notable capacidad para digerir la fracción fibra, gracias a los microorganismos del colon. Su valor energético neto es moderado ya que su absorción es menos eficiente que la de aquellos principios inmediatos que se digieren en intestino delgado. El nivel de fibra influye sobre la velocidad del tránsito intestinal mejorando el confort

intestinal y reduciendo los problemas de constipación. La cerda gestante, al contrario de lo que ocurre con la lactante, precisa menos energía de la que estaría dispuesta a consumir. Este menor consumo influye sobre su comportamiento, originando estereotipos y estados de nerviosismo que incrementan sus gastos energéticos y perjudican su productividad. En gestación es recomendable suministrar raciones ricas en fibra, niveles hasta del 12% son perfectamente tolerados y a menudo mejoran los resultados reproductivos. Las necesidades en fibra de las cerdas no están bien definidas. De hecho el concepto de fibra bruta engloba fracciones tan diferentes como hemicelulosas, celulosa y pectinas, dejando fuera casi la totalidad de la lignina de mínimo valor en el porcino (Mateos y Piuer1994).

### **1.5.2 Vitaminas y Minerales.**

Las vitaminas A, D3, E y minerales como el Selenio (Se) administrados antes del inicio de la pubertad favorecen el desarrollo del aparato genital en cerdas nulíparas. Resultados obtenidos en 1994 muestran que mediante la administración de un choque vitamínico-mineral de 900.000 UI vitamina A + 300.000 UI vitamina D3 + 300 mg vitamina E + 0,25 mg Se. Las dietas con vitaminas y minerales aumenta la actividad del ovario favoreciendo el crecimiento folicular (Bonfim 1994).

Se ha constatado que carencias en vitamina A y calcio durante esta fase de gestación disminuyen el número de embriones que se implantan. Al contrario, las variaciones de la tasa proteica (del 10 al 20%) parecen tener poco efecto (Alba et al. 1998). Los carotenos son transportados por lipoproteínas dentro de la célula de los folículos terciarios y el cuerpo lúteo y tienen un efecto antioxidante como activador de la síntesis de progesterona y provitamina A (Aherne1999).

Todos los minerales son importantes, algunos de ellos deben de ser añadidos a la dieta, pues los ingredientes que la forman no lo contienen en suficiente cantidad. Se recomienda un consumo diario de calcio y fosforó de 13.9 g y 6.5 g respectivamente (N.R.C 1998).

Las vitaminas como la biotina, ácido fólico, vitamina A,  $\beta$  caroteno y vitamina E son importantes ya que afectan la ovulación, implantación y supervivencia embrionaria, y por lo tanto en el tamaño de la camada y el número de cerditos vivos (Koketsu et al, 1997).

EL N.R.C (1998) establece como necesario para tener un máximo rendimiento productivo la presencia de 13 elementos inorgánicos. Hay algunos que se cubren por medio de fuentes propias como son el carbono de calcio, los fosfatos (mono y dicálcico), el cloro y el sodio, o en forma de una premezcla de minerales traza.

Los minerales traza se adicionan en la dieta en forma de premezcla a niveles de entre 0.1% a 0.5%, dependiendo de la recomendación de la casa fabricante. (N.R.C 1998).

### 1.5.3 Energía.

La idea sobre los cambios en el nivel de energía del alimento, induce una mayor tasa de ovulación. De hecho, la explicación de la administración de alimentos con baja cantidad de energía, entre 3000 y 5000 Kcal seguida de una alimentación con gran contenido energético, de 8000 a 10 000 Kcal, puede lograr que se produzcan hasta 2.2 óvulos más. Los mejores resultados se obtienen cuando la dieta con alto contenido energético, o flushing, se administra desde los 11 a los 14 días anteriores al estro esperado. Es importante reducir los niveles de energía inmediatamente después del servicio a fin de evitar la muerte embrionaria. (Coma 1997).

En la tabla número dos se muestra los requerimientos de energía en las reproductoras.

**Tabla 2.** Requerimientos de energía diaria, Kcal/día.

Peso de la cerda a la monta, kg.	125	150	175	200	200	200
Ganancia de peso cerda, kg.	55	45	40	35	30	35
No. de cerdos anticipados	11	12	12	12	12	14

Energía digestible, Kcal/día.	6.660	6.265	6.405	6.535	6.115	6.275
Energía metabolizable, Kcl/día.	6.395	6.015	6.150	6.275	5.870	6.025

**Fuente:** NRC 1998.

#### **1.5.4 Proteína y aminoácidos esenciales.**

Son conocidos los requerimientos de la cerda en cada etapa de su ciclo reproductivo y tanto la dieta como el manejo deben diseñarse para permitir que sus necesidades sean satisfechas para lograr una óptima productividad y rentabilidad. (King 1994).

Según la A.R.C (1981) existen muchas variaciones en el requerimiento de proteína y aminoácidos para la cerda gestante con valores de 312 g y 470 g de proteína diaria al inicio y al final de la gestación, esta misma institución recomienda consumo diario de lisina entre 7,46 g y 10; 1,3 g de triptófano y 3,2 g de treonina. Siendo lo más importante satisfacer los requerimientos de proteína y aminoácidos con fuentes de alta calidad.

De este modo, Noblet et al (2000), incorpora como un elemento significativo para la hiperprolífica cerda moderna la recomendación de una estrategia de dos dietas, durante la preñez, que debe contener 13,0 MJ de energía digestible (MJ de DE), 130 gr de proteína cruda y 5,56 g de lisina/kg, con una buena fuente de fibra soluble. Esta última sirve para aumentar el volumen del estómago durante la preñez, permitiendo al animal consumir más alimento durante la lactancia, contribuyendo al bienestar del animal.

Precisamente en este fundamento revela que el contenido de proteína cruda debe limitarse, porque un exceso puede disminuir la energía disponible y limitar la provisión de energía al feto, con lo que resultan lechones de bajo peso al nacer y bajas reservas energéticas (Canh, 1998).

En el mismo plano, pero con otras observaciones el autor plantea que durante la lactancia, la dieta debe contener unos 14,0 MJ de DE, 170 gr. de proteína cruda y 10 gr de lisina/kg. Esta dieta cubre mejor las necesidades metabólicas de la cerda lactante, suponiendo un consumo de 5,5 a 7,5 kg/día. Pero, si se

reduce el consumo de alimento por cualquier razón, habrá que aumentar la especificación de la dieta, o incluir un suplemento denso en nutriente (Canh, 1998).

El nivel de Lisina para cerdas modernas de alta capacidad lechera es de 0,92%. Consideran además que al aumentar el nivel de Lisina progresivamente, existen mejoras estadísticas en la pérdida de peso de las cerdas, en el peso de los lechones al destete y en el % de cerdas cubiertas hasta 14 días después del destete (Stahly, et al 1990).

En la tabla 3 se muestra los requerimientos de aminoácidos esenciales en las reproductoras.

**Tabla 3.** Requerimientos de aminoácidos de las reproductoras.

Peso de la cerda a la monta, kg	125	150	175	200	200	200
Ganancia de peso cerda, kg	55	45	40	35	30	35
No. De cerdos anticipados	11	12	12	12	12	14
<b>Aminoácidos</b>	<b>Aminoácidos Total, %</b>					
Lisina	0.58	0.57	0.54	0.52	0.52	0.54
Metionina	0.15	0.15	0.14	0.13	0.13	0.14
Treonina	0.44	0.45	0.44	0.43	0.44	0.45
Metionina+cistina	0.37	0.38	0.37	0.36	0.36	0.37
Triptofano	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.11

**Fuente:** NCR 1998.

### **1.6 Generalidades de los árboles y arbustos forrajeros.**

El follaje de árboles y arbustos ha sido utilizado fundamentalmente en la alimentación de rumiantes, mientras que el fruto de algunos árboles como la encina (*Quercus* spp), el caucho (*Hevea brasiliensis*) o la palma aceitera (*Elaeisguineensis*) se han destinado a la alimentación de monogástricos, entre ellos el cerdo (Ly 1996a)

Numerosas especies de árboles y arbustos con excelentes características para la producción de follaje, como son la tolerancia de podas intensas, alta capacidad de rebrote, adecuados niveles de producción de biomasa comestible, versatilidad para el manejo de las semillas y la siembra y alto contenido de nutrientes para los animales, han sido identificadas y valoradas por diferentes instituciones de investigación. Además, muchas de estas especies son leguminosas, ampliamente conocidas por su contribución al ecopastizal por su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico y aportar un beneficio adicional al suelo. Las leguminosas arbustivas constituyen excelentes sumideros de CO<sub>2</sub> beneficiando de esta forma el medio ambiente (Vargas y Elvira 1990).

Vargas y Elvira (1990) informaron que era posible obtener un alto potencial forrajero cuando los árboles eran sometidos a un régimen sistemático de corte con intervalos de dos meses durante el ciclo de crecimiento. Con contenidos de proteína bruta (Nx6.25) entre 15 y 30 %; Benavides (1996) informó contenidos de proteína bruta que iban de 14% hasta un 35%, elevados niveles de digestibilidad in vitro de la materia seca (entre 60 y 90 %) y altos rendimientos de materia seca por unidad de área (12 a 38 t/ha/año).

Al referirse a la explotación de sistemas silvopastoriles, Vallejo y Oviedo (1996) informaron que el corte debía realizarse de manera intensiva con aproximadamente 90 días como promedio para impedir la lignificación de los árboles. Pero cuando se disminuye en demasía la frecuencia de corte se reduce el contenido de materia seca, proteína total, extracto etéreo y calcio.

En el trópico se cuenta con un potencial amplio de especies con características forrajeras. Se trabaja arduamente en diferentes instituciones científicas para la tipificación de estos recursos, estudiando su diversidad, localización, así como composición bromatológica, para evaluar su posible utilización en sistemas sostenibles de producción. De esta forma, en la última década se ha iniciado la generalización del silvopastoreo en diferentes provincias del país (Simón et al 1996).

Estos árboles han sido usados además como cercas vivas por los beneficios productivos y económicos que se les reconocen a este tipo de cercado tradicional. También se han utilizado en asociación con pastos para disminuir la incidencia de malezas y mejorar las condiciones de los suelos (Alonso et al 1998).

Los árboles y arbustos forrajeros poseen en sus estructuras aéreas, especialmente hojas y tallos verdes, tejidos ricos en proteínas y otros nutrientes que están ligados en muchos casos a la pared celular y compuestos antinutricionales, lo que determinará los niveles de digestibilidad de estos según la especie, monogástrica. (Murgueitio 1994).

Se sabe que en las células vegetales existen también compuestos llamados secundarios como los polifenoles o taninos, que sin ser tal vez estrictamente antinutrientes, deterioran la digestibilidad del alimento, y particularmente la de la proteína. Esto ha sido bien demostrado en follajes para animales rumiantes (Valerio 1994), y es desde un punto de vista cualitativo, perfectamente aplicable a los monogástricos.

Generalmente estos recursos alimentarios, son fuentes de proteínas con una alta concentración de fibra que puede influir negativamente en la digestibilidad de los nutrientes. No obstante, la magnitud de esta influencia depende del tipo y del origen de la fuente de fibra, del tratamiento a que sea sometida, del nivel de consumo, la edad, peso de los animales y otros (Fernández y Jorgensen 1986).

La voluminosidad de este tipo de alimentos es otro de los factores a tener en cuenta como limitante cuando se usan follajes arbóreos sobre todo en animales monogástricos. En un segundo plano quedaría el grado de lignificación de estos alimentos (Van Soest 1967).

Poco se sabe sobre el aprovechamiento digestivo no solo de la proteína de alimentos tropicales, sino del resto de los nutrientes contenidos en la ración

cuando ésta es rica en pared celular. Tal vez esto se deba a que los esfuerzos investigativos se han dirigido a la identificación de factores antinutricionales y a la búsqueda de métodos efectivos para contrarrestarlos (D'Mello 1992) y no a la evaluación nutritiva de los mismos.

El uso de fuentes proteicas tropicales tropieza con serios obstáculos que pueden ser tan variados como la presencia de factores antinutricionales, una caracterización incompleta de su contenido de nutrientes, y junto con ello, la incertidumbre de cuales procesos digestivos y metabólicos tienen lugar en cerdos alimentados con tales fuentes proteicas tropicales (Ly 1993). La urgente necesidad de fuentes de proteínas para los cerdos, hace que no se descarte la posibilidad de aprovechar las bondades de estas fuentes de alimento y se inicien estudios con vistas a valorar su inclusión en dietas para cerdos.

### **1.7 Árboles y arbustos forrajeros en la alimentación de las reproductoras.**

Los árboles y arbustos forrajeros en las condiciones tropicales constituyen una fuente nada despreciable de alimentos para los cerdos, ya que su producción es perenne, hay disponibilidad de estos a nivel de las fincas familiares o en escala industrial si se forman plantaciones, para su uso principalmente como fuentes proteicas. Dentro de sus desventajas tenemos su alto nivel de fibra, la cual disminuye la densidad energética de la dieta en el cerdo, solamente parte de la proteína puede estar disponible y la presencia de factores antinutricionales.

Muy limitados han sido los trabajos en los que se ha utilizado el follaje de árboles forrajeros en la alimentación de cerdos. Aunque se ha demostrado que los valores nutritivos encontrados y la respuesta animal al uso de los follajes arbóreos son satisfactorios al compararlos con los resultados obtenidos con otras fuentes de alimentación de uso tradicional.

Si bien se han utilizado forrajes en la alimentación de cerdos, en los países de clima templado ha sido fundamentalmente la alfalfa (*Medicago sativa*), que es una leguminosa con un contenido proteico medio, la más estudiada. En los

países templados no ha sido práctica común la alimentación porcina con follajes de árboles. Los árboles y arbustos se han usado en los países tropicales de forma espontánea en la economía de subsistencia o traspatio, pero no existen referencias que avalen esto, salvo el caso de residuos de cosechas tales como el plátano, la yuca y el boniato. Entre los árboles y arbustos, los más estudiados en los últimos años han sido la leucaena (*Leucaena leucocephala*) y la trichantera (*Trichanthera gigantea*). En este sentido, más se conoce sobre su valor nutritivo (digestibilidad) que sobre su influencia en los rasgos de comportamiento (Ly 1996a).

Mejía (1989) utilizó hojas de nacedero (*Trichanthera gigantea*) como única fuente proteica en dietas para cerdas gestantes alimentadas con jugo de caña de azúcar, sin encontrar disminuciones en los índices biológicos tanto de la madre como de la camada, con respecto a fuentes proteicas convencionales como la torta de soya. Sin embargo se han reportado pruebas preliminares en cerdos a los cuales se les introdujo en la ración el nacedero donde se sugiere algún desbalance de aminoácidos en su configuración proteica (Murgueito 1994).

Es probable que el contenido foliar de compuestos secundarios tales como los taninos tengan mucho que ver con una digestión deficiente del N, y por extensión de los aminoácidos. Esto puede ser cierto en *L. leucocephala*, donde muy poco del N está unido a la pared celular vegetal, un 7.4% del total (Vargas y Elvira 1990) y por consiguiente esta condición no lo hace inaccesible para las enzimas proteolíticas del cerdo. Se ha sugerido que la digestión por el cerdo de beta-polisacáridos es reducida en *L. leucocephala*, 59.7 y 43.4% para la hemicelulosa y la celulosa respectivamente (Santos y Abreu 1995).

Estudios efectuados con la Morera donde se sustituyó parcialmente el alimento convencional con follajes de esta arbórea, resultó factible desde el punto de vista económico, ya que las cerdas del experimento en general presentaron el mismo comportamiento productivo y reproductivo y, además, el costo de la alimentación correspondiente al tratamiento con 75% de alimento convencional más morera fue el de menor magnitud y tuvo un ahorro

de 22.58 % con respecto al costo de la alimentación del grupo control. Así, el uso de forraje de morera en la alimentación de cerdas mestizas gestantes que reciban 1.5 kg de alimento convencional, es una alternativa real para reducir los costos de producción en las regiones tropicales.

El trabajo de campo se realizó entre noviembre de 2002 y mayo de 2003. Previo al inicio, se realizó la uniformización y estabilización del cultivo de morera (*Morus alba*), escalonando los cortes de las plantas para ofrecer la misma calidad de follaje a todas las cerdas. El cultivo se regó tres veces por semana por un sistema de aspersión y se abonó una vez al mes con agua residual de origen porcino, a razón de 400 kg de N/ha por año. El follaje de morera se ofreció en fresco y se cosechó diariamente en parcelas con una edad de rebrote de 60 días. Se proporcionaron las hojas y los tallos tiernos a los animales, los cuales se pasaron por una picadora de forraje.

### **1.8 Características generales y empleo del noni.**

El noni es el nombre dado a un fruto que crece principalmente en las islas de la Polinesia. Los antiguos pueblos de ésta región cuando viajaban de una isla a otra, llevaban consigo éstas plantas consideradas sagradas por su valor energético y medicinal. Es así que después de cientos de años los habitantes de la Polinesia utilizan éste fruto que tiene propiedades benéficas para la salud.

*Morindacitrifolia*, más conocida como noni, es un arbusto de 5 metros de altura perteneciente a la familia Rubiácea y tiene como origen el sudeste asiático que comprende las costas, islas y archipiélagos del océano Pacífico. Los frutos de esta planta son de color verde y cuando maduran alcanzan el color blanquecino o amarillo, un olor característico a queso y una apariencia similar al de una patata.

Los nativos asiáticos utilizan toda la planta: Las hojas, como desinflamante natural y para la tos, las raíces, para ayudar a reducir la presión arterial y la corteza para tratar la malaria; las semillas, por su acción purgante; las flores para aliviar la vista; sin embargo los frutos son la parte más prodigiosa y que se utiliza para tratar múltiples trastornos.

También el noni se considera como un antiséptico natural, efectivo contra diferentes clases de bacterias y algunos hongos y parásitos. Estimula el sistema inmune incluyendo macrófagos y linfocitos.

El noni posee una gran gama de compuestos químicos que hacen a la planta muy popular en la medicina tradicional herbolaria en muchas regiones. Actualmente se ha identificado en el noni diversos componentes, entre los cuales tenemos:

Cumarinas: Escopoletina.

Ácidos:

- Octoanoico.
- Caproico.
- Ursólico.
- Linoleico.
- Asperulosídico.

Vitaminas A y C.

Terpenoides.

Alcaloides.

Antraquinonas:

- Nordamnacantal.
- Morindona.
- Rubiadina.
- Rubiadin-1-methyl ether.
- Glicósidoantraquinónico.

Fitoesteroles:  $\beta$ -sitosterol.

Alizarina.

Aucubina.

L-asperulosidos

Un grupo de investigadores encabezados por Chi-Tang Ho en la Universidad Rutgers de los EEUU ha estado investigando nuevos principios activos en el noni. Ellos han identificado varios flavonolglucósidos nuevos, un glicósidoiridoide en las hojas y un ácido graso trisacárido (Wang et al. 1999 y Sang et al. 2001<sup>a, b</sup>). Duke ha enumerado 23 principios activos diferentes

encontrados en el noni. Además menciona otras 5 vitaminas y 3 minerales (Duke 1992).

La fruta es la parte de la planta que más se ha usado tradicionalmente como alimento y medicina, pero existe muy poca información desde el punto de vista nutricional. De hecho en la literatura consultada solamente un artículo se refiere a la composición nutricional del fruto, y no se reporta la de otras partes de la planta (Tabla 4).

**Tabla 4.** Composición nutricional del fruto de *Morindacitrifolia L.*

<b>Compuestos</b>	<b>Cantidad (por cada 100 g de parte comestible)</b>
Energía	49,5 kcal
Lípidos	0,30 g
Hidratos de Carbono	11,3 g
Fibra	4,2 g
Proteínas	0,4 g
Vitamina A	< 35 IU
Vitamina C	155mg
Calcio	41 mg
Hierro	0,38 mg
Sodio	21 mg
Potasio	188 mg
Fosforo	13,9 mg
Magnesio	14,5mg
Zinc	0,38 mg

**Fuente:** Shavky y Whistter 2001.

## **2. Materiales y Métodos.**

### **2.1 Evaluación química y física del follaje de noni (*MorindacitrifoliaL.*)**

Para el estudio de la composición química y propiedades físicas del follaje de noni, se tomaron las muestras en áreas de la Empresa Agropecuaria Camilo Cienfuegos, ubicada en el Municipio Manzanillo, provincia Granma, Cuba. Para lo cual se recolectó el material consumible por los animales (Hojas y Tallos tiernos) con una edad de corte de 120 días, en el mes de abril del año 2012.

### **2.1.1 Determinación de la composición química del follaje.**

Para el estudio de la composición química del follaje de la *Morindacitrifolia* se utilizaron los procedimientos oficiales del AOAC (2011) basados en los métodos 934.01, 930.05, 970.02 y 991.42 para determinar humedad, cenizas, proteína, y fibra bruta respectivamente. La fibra neutro-ácido detergente (FND, FAD), así como la lignina ácido detergente (LAD), se analizaron de acuerdo al método de Van Soest et al (1991).

Se efectuaron análisis fitoquímicos con el objetivo de determinar de forma cualitativa los posibles metabolitos secundarios presentes en las hojas del noni. Para lo cual las muestras se secaron a una temperatura entre 40-50°C durante 48 horas en estufa de aire forzado. Posteriormente se molerán en un molino de martillo Culattetyps MFC, con un tamaño de partícula de 1mm y se guardarán en frasco de color ámbar según la metodología de Herrera et al (1986).

Para el tamizaje se utilizaron solventes de polaridad crecientes, para lo cual se pesaron 10 g de materia seca en balanza técnica (BS 2202S, SARTORIUS, Alemania) y se adicionaron 100 mL de éter dietílico, transcurridas 72 h, se procedió a la filtración del extracto. Al remanente, se le adicionaron 100 mL de etanol al 70 % (v/v), para la obtención del extracto alcohólico y se procedió de igual forma. Por último se adicionaron 100 mL de agua destilada, realizándose la filtración a las 48 horas con la finalidad de lograr un mayor agotamiento del material a evaluar. Para el análisis de los metabolitos se aplicó el procedimiento descrito en el método propuesto por Miranda y Cuellar (2000). Para la descripción de los ensayos se utilizó el sistema de cruces para especificar la presencia o ausencia de los metabolitos, en todos los análisis se seguirán los criterios de +++ Abundante; ++ moderado; + leve; - ausencia.

Con el objetivo de tener mayor certeza acerca de la composición fitoquímica del follaje de noni, los análisis fueron asistidos por cromatografía de capa fina (CCF), para lo cual se procedió a su extracción en solventes inmiscible de polaridad creciente (n-hexano, cloroformo, acetato de etilo). El método de extracción empleado fue la maceración de la droga pulverizada en zaranda

(MLW, Alemania) a 60 rpm durante 6 horas, para lo cual se utilizó 100 ml de cada uno de los solventes.

Para la separación por Cromatografía de Capa Fina (CCF) se emplearon placas semipreparativas de sílica gel (20 x 20 cm, 0.5 mm) (Aldrich - Sigma). El seguimiento de la separación de los compuestos se llevó a cabo a través de la observación de los perfiles cromatográficos bajo la luz ultravioleta ( $\lambda=365$  nm) con una lámpara 9403E, WD, de procedencia China (Peña, 2002; Lenis et al 2007 y Tené, 2008).

Se utilizó el siguiente sistema de solvente como fase móvil:

- A. Éter de petróleo: Acetato de etilo (5:1).
- B. Tolueno: Acetato de etilo. (1:9).
- C. Cloroformo: Hexano. (2:1).
- D. Xileno: Metanol (1:1)
- E. Cloroformo: Metanol (1: 1).

## 2.1.2 Propiedades Físicas de la matriz fibrosa.

Las características físicas principales que se determinaron al follaje de *Morindacitrofolia* fueron:

**Capacidad de adsorción de agua (CAA)**: Se determinó según el método de Mc Connell et al (1974), modificado por Savón et al (1999), para ello se utilizó el método de centrifugación, donde se pasaron las muestra por un tamiz de 1mm, posteriormente se peso un gramo de muestra (se le añadió 30 mL de agua destilada, en un tubo de centrifuga tarado), se dejó reposar la muestra por 16 horas a temperatura ambiente, se centrifugó a 3000 r.p.m, se peso la muestra húmeda y se seco a 105 °C, posteriormente se peso la muestra seca y se determino través del cálculo de:

$$CAA (g \cdot g^{-1}) = \frac{\text{Peso Muestra Humeda} - \text{Peso Muestra Seca}}{1 \text{ g Mestra Seca}}$$

**Volumen de empacado**: Se determinó a través del método de Seoane et al (1981). Para lo cual la muestra fue pasada por un tamiz de 0.8 mm, se seco

en una estufa a 105 °C (toda la noche), posteriormente se seco 1 g de muestra, se colocó en un tubo centrifugado graduado, se centrifugó a 3000 r.p.m durante veinte minutos y finalmente se midió el volumen final (ml/g).

**Solubilidad:** En el caso de la solubilidad, se tomaron 2 g de muestra, a la cual se le añadió 60 mL de agua destilada, se dejó reposar por espacio de 1 hora, se filtró y se colocó en estufa a 60 °C durante 12 horas, la diferencia entre el peso de la muestra seca al inicio y al final del análisis representó el porcentaje en la fracción que se solubilizó en el agua. Se determinó esta propiedad por el cálculo de:

$$\text{Solubilidad (\%)} = \frac{(2 \text{ g Muestra Seca} - \text{Peso Residuo Seco})}{2 \text{ g Muestra}}$$

### **Análisis estadístico.**

Para la determinación de la composición química y las propiedades físicas de la fibra de las fuentes estudiadas se trabajó por triplicado y se empleó un diseño completamente aleatorizado. Determinándose la desviación estándar de las muestras evaluadas. Todos los análisis estadísticos se efectuarán con el paquete estadístico Statistica versión 6.1. (2003).

## **2.2 Estudio de respuesta animal con reproductoras.**

### **Localización del área experimental.**

El estudio con las reproductoras se efectuó en un convenio porcino del Municipio Manzanillo, localizado en el poblado de San Francisco.

### **Instalaciones.**

Las reproductoras dispusieron de cubículos independientes de piso sólido con una dimensión de 1 x 2 m con bóxers adicionales de 1 x 0,5 metros para las crías. Estos cubículos poseían paredes y techo con el objetivo de mantener a los animales cubiertos de las inclemencias del tiempo y de los rayos solares.

### **2.2.1 Evaluación del efecto del estado reproductivo de las cerdas en el consumo de noni fresco.**

#### **Animales experimentales.**

Se utilizaron 10 cerdas mestizas comerciales, cinco gestantes en el primer tercio y cinco vacías, con un peso promedio de 180 kg  $\pm$  15. Las cerdas seleccionadas para el experimento fueron desparasitadas.

#### **Dietas y tratamientos.**

La alimentación de las cerdas se efectuó de acuerdo con los requerimientos establecidos por la NRC (1998) en función del peso corporal individual.

Cada dos semanas, coincidente con las determinaciones de peso vivo, se realizó un balance alimentario y a partir de sus resultados se ajustaron los requerimientos y el concentrado a suministrar.

Para la medición del peso de las cerdas se utilizó una báscula para ganado, con capacidad de 500 kg y una precisión de 50 g. Las cerdas fueron distribuidas en dos grupos experimentales, según su estado reproductivo, y a ambos se les ofreció follaje de noni fresco a voluntad. Por estar alojadas en corraletas separadas fue factible evaluar el consumo de noni de manera individual.

#### **Procedimiento experimental.**

Previamente al inicio de las mediciones, los animales tuvieron un período de 7 días de adaptación a las corraletas y a las dietas experimentales. El suministro de concentrado se realizó cada día a las 10:00 horas y el abasto de follaje en horas de la tarde, 14:00 horas.

## **Consumo.**

Con el fin de garantizar una calidad uniforme en el follaje de noni ofrecido se realizaron cortes escalonados, de manera que la edad promedio del forraje durante la semana fuera de 120 días.

Para medir el consumo voluntario, se pesó cada día la cantidad de follaje ofrecido y al día siguiente en horas de la mañana (antes de la limpieza del cubículo), se recolectó el alimento rechazado y por diferencia se obtuvo el consumo por animal.

Siempre se ofreció a las cerdas un 5% por encima del consumo realizado el día anterior para garantizar un mínimo de selección.

### **2.2.2 Evaluación del efecto del consumo de noni fresco en los indicadores productivos y de salud de las crías.**

#### **Procedimiento experimental.**

Se utilizaron 10 cerdas gestantes mestizas multíparas (dos a cuatro partos), con un peso promedio de  $175 \pm 30$  kg, seleccionadas de forma tal que iniciaran el experimento 45 días antes de la fecha de parto prevista.

Las cerdas fueron divididas en dos grupos experimentales uno que solo recibió concentrado de acuerdo con los requerimientos establecidos por la NRC (1998), en función del peso corporal individual, y otro que además tuvo a su disposición follaje de noni fresco a voluntad.

Una vez seleccionadas las cerdas para el experimento, estas fueron pesadas y desparasitadas antes de ser alojadas de forma individual al azar en las corraletas de maternidad.

#### **Indicadores productivos y de salud de las crías.**

En la medida que las reproductoras fueron pariendo se les determinaron los indicadores siguientes:

- Cantidad de crías nacidas.
- Crías vivas a las 48 horas.
- Crías muertas a las 48 horas.
- Peso promedio al nacimiento.
- Peso total de la camada al nacimiento.
- Peso promedio al destete.
- Porcentaje de viabilidad a las 48 horas.
- Porcentaje de mortalidad a las 48 horas.
- Número de cerdos con diarreas a las 48 horas.
- Porcentaje de cerdos con diarreas a las 48 horas.

El número de crías nacidas vivas y muertas se contabilizaron en el momento del parto y a las 48 horas. La determinación de los kilogramos de cerdos paridos se efectuó en el momento que nacieron mediante una báscula electrónica con precisión de 0,01 kg. El número de crías destetadas por cerda se contabilizó a los 42 días después del nacimiento, momento en el cual se les determinaron los pesos individuales y por camada. Durante todo el experimento se efectuó un control permanente de la salud de las crías, que incluyó la presencia o no de diarreas.

### **Análisis estadístico.**

Se utilizó un diseño completamente al azar, para un total de dos tratamientos con cinco réplicas por tratamiento. En el procesamiento estadístico se utilizó la prueba de Anova para detectar las diferencias significativas entre los tratamientos para lo cual se utilizó el paquete estadístico Statistica (2003) versión 6.1

### 3. Resultados y Discusión.

#### 3.1 Evaluación química y físicas del follaje de noni (*Morindacitrifolia*L.)

Al analizar la composición bromatológica de varias fuentes fibrosas tropicales se ha encontrado que el aspecto más relevante fue el elevado contenido de proteína cruda, además de los bajos valores de fibra cruda que presentan las mismas (Ly2005).

El noni no es una excepción de esta afirmación lo cual se ve reflejado en la composición química de su follaje (Tabla 5). Mostrando valores de PC de 19,10 % y de FC de 26,50 %. Estos valores se encuentran entre los resultados reportados por otros autores en especies de arbóreas y arbustivas muy utilizadas en la alimentación animal. Por ejemplo Sarria (1999) reportó niveles de proteína y fibra para la *Trichantera* en 16 % la PB y 26 % la FC; para *Morus alba* 15 – 20 % de PC y 19 % FC, para la *Gliricidia* 20,4 % de PB y 28.43 % la FC y para la *Thitonia* 21 % de PC y 15 % la FC.

**Tabla 5.** Composición química en base seca del follaje de noni (*Morindacitrifolia* L.) ( $X \pm DS$ ).

<b>Nutrientes, %</b>	<b>Follaje de <i>Morindacitrifolia</i></b>
<b>MS</b>	21,89 $\pm$ 0,33
<b>PC</b>	19,10 $\pm$ 0,77
<b>FC</b>	26,50 $\pm$ 0,56
<b>FND</b>	34,19 $\pm$ 0,34
<b>FAD</b>	21,12 $\pm$ 0,01
<b>Ceniza</b>	17,50 $\pm$ 0,35

Estudios efectuados por Savón et al. (2004) sugiere que la PC en los principales árboles y arbustos tropicales se encuentran cercanos a 20 %, aunque Rodríguez (2004) planteó que esta podría variar entre 12-30%, lo cual puede influir en su variación las condiciones edafoclimáticas, las características de la planta y el manejo agrotécnico.

Es necesario destacar que los niveles de proteína y fibra que se alcanzaron en esta evaluación son aceptables para poder utilizar esta planta en la alimentación porcina. Pues Gutiérrez et al (2006) reportan como valores óptimos de Proteína cruda entre 13 y 22% y de Fibra cruda menores a 35% para la alimentación porcina.

Un aspecto muy importante es que en el noni las fracciones fibrosas son bajas en comparación con otros follajes. En nuestro estudio encontramos valores de FND de 34,10 % y de FAD de 21,12 %. Savón et al. (2004) al evaluar *Trichantheray Morera* reporto valores de FND de aproximadamente un 40% (entre 39,5 y 40,10 respectivamente) y de FAD entre 27,6 y 26,3 % respectivamente.

Tanto la FND como la FAD tienen una implicación muy marcada en los procesos digestivos de los animales monogástricos como el cerdo. La FND representa los componentes de la pared celular de las plantas: hemicelulosa, celulosa, lignina, etc. No siempre un alto valor de FND implica un alimento de tipo "fibroso", todo depende de su composición química (grado de lignificación) y del tamaño de las partículas. Si son muy pequeñas se dispondrá de menos "fibra efectiva" (FDNef). La FDA es una parte de la pared celular compuesta por celulosa ligada a lignina, además de compuestos como la sílice; cutina, etc.

Esta fracción es un indicador indirecto del grado de digestibilidad del forraje: cuanto más alta, menos digestible (Dihigo et al, 2004).

La determinación del valor nutricional potencial de los follajes no solo depende de su composición química y la estructura de su pared celular, sino de las propiedades físicas como la solubilidad, volumen y la capacidad de absorción de agua. Estas propiedades son una de las causas principales de los efectos fisiológicos que se producen al suministrar alimentos fibrosos a los monogástricos. En este estudio se refleja como el follaje de noni es menos voluminoso (2,10 ml/g de volumen de empaquetado), más soluble (35% de solubilidad) y presenta una baja capacidad de retención de agua (3,3 g/g<sup>-1FND</sup>)

que muchas fuentes fibrosas usadas en la alimentación porcina en el trópico. Estudio efectuados por Savón (1999) reportan valores de volumen de empacado, Solubilidad y CAA en el follaje de *Morera* y la *Erytrina* de 3 ml/g, 22,52 % y 6,97 g/g<sup>-1FND</sup> respectivamente para la *Morera* y para la *Erytrina* valores de 4,06 ml/g; 13,87 % y 7,79 g/g<sup>-1FND</sup> respectivamente.

**Tabla 6.** Propiedades Físicas de la matriz fibrosa del follaje de noni (*Morindacitrifolia L*) ( $X \pm DS$ ).

Indicador	Follaje de <i>Morindacitrifolia</i>
Volumen de Empacado, ml/g	2,10 $\pm$ 0,026
Solubilidad, %	35 $\pm$ 0,024
CAA, g/g <sup>-1FND</sup>	3,3 $\pm$ 0,028

Todo esto depende de las proporciones relativas de los polisacáridos que componen la fuente fibrosa, así por ejemplo, la hemicelulosa posee un mayor poder higroscópico que la celulosa, siendo este nulo en la lignina, lo cual explica la elevada CAA en la *Erytrina*, Cuando la CAA es elevado tiene la capacidad de formar coloides tipo gel y con ello retrasa el proceso de vaciado del estomago y por lo tanto retrasa la absorción intestinal y proporciona mayor humedad, peso y volumen de las heces (Savón, 1999).

El valor nutritivo de los follajes tropicales se halla limitado por la presencia de compuestos naturales que son productos del metabolismo secundario de las plantas y que en ocasiones son considerados factores antinutricionales (FANs) por su efecto toxico en los animales. En la tabla 7 se refleja el resultado del tamizaje fotoquímico efectuado al follaje del noni, mostrando que de los grupos de metabolitos secundarios evaluados la utilización de técnicas cualitativas de tamizaje solo se detectó a diferentes escalas: ácidos grasos, alcaloides, azúcares reductores, saponinas, flavonoides, triterpenos y/o esteroides, coumarinas y quinonas. Dentro de los solventes utilizados en esta prueba cualitativa se obtuvieron resultados positivos más relevantes con el etanol, siendo bueno resaltar que se obtuvo un mejor rendimiento de quinonas,

mientras que el etéreo y el acuoso la extracción de las familias de metabolitos fue mínima.

**Tabla 7.** Resultados del tamizaje fitoquímico de los extractos etéreo, etanólico y acuoso del follaje de *Morindacitrifolia*.

Ensayos (metabolitos)	Extractos Evaluados		
	Etéreo	Etanólico	Acuoso
Sudán III( ácidos grasos)	+		
Baljet (coumarinas)	++	++	
Mayer(alcaloides)	-	+	+
Espuma(saponinas)		+	-
Shinoda (flavonoides)		+	-
Fehling (azúcares reductores)		+	-
FeCl <sub>3</sub> (fenoles/taninos)		+	-
Mucilago			-
Borntrager ( quinonas)		+++	
Resinas		-	
Ninhidrina (aminoácidos libres)		+	
Liebermann-Burchard (triterpenos y/o esteroides)		+++	
Antocianidinas		+	

**Leyenda:** (-): ausencia, (+): presencia, (++) , (+++): abundante, los espacios vacíos indican que el ensayo no se realizó.

Muchos de estos grupos químicos presentan probada actividad biológica por su posible acción antinutricional en el sistema digestivo de los monogástricos, pero a su vez pueden ocasionar efectos beneficiosos en dependencia del tipo de compuestos y su concentración en la biomasa (Ramos et al, 1998).

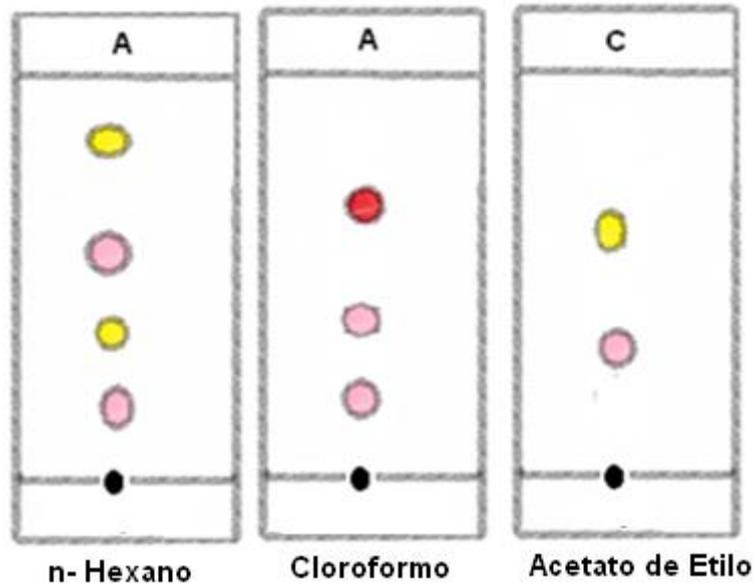
Uno de los grupos es precisamente los aminoácidos libres, los cuales tradicionalmente ocasionan trastornos nutricionales, desordenes reproductivos, efectos teratogénicos y

daño de órganos. Las saponinas son un grupo diverso de componentes conteniendo un residuo aglicona ligado a uno o más azúcares o residuos oligosacáridos. Se reporta que afectan el comportamiento y metabolismo del animal a través de: hemólisis de eritrocitos, reducción de colesterol sanguíneo y hepático, depresión de la tasa de crecimiento, inhibición de la actividad del músculo liso, inhibición enzimática y reducción en la absorción de nutrientes (Cheeke 1989). No obstante ninguno de los dos se encuentra de forma abundante en los extractos evaluados.

Debemos de señalar que existen metabolitos secundarios que tienen un efecto positivo en la nutrición. Uno de estos compuestos son precisamente los triterpenos y/o esteroides los cuales se encuentran en niveles medios. A este grupo pertenece el sitosterol o  $\beta$ -sitosterol, el campesterol y el estigmasterol. Los cuales han demostrado tienen un importante efecto hipocolesterolémico, reduciendo tanto las concentraciones de colesterol total como las de colesterol LDL (Clifton, 2002). Asimismo, se comentan otras propiedades relacionadas con los esteroides vegetales: posibles efectos anticancerosos, potenciadores de la inmunidad y antiinflamatorios.

Lo mismo ocurre con los fenoles y/o taninos grupo con una gran gama de compuestos con una gran potencialidad en la nutrición animal por su efecto positivo. En los extractos evaluados se observó el desarrollo de una coloración rojo – vino, lo cual nos permite inferir sobre la presencia de compuestos fenólicos en general. Los compuestos de la familia de los fenoles tienen propiedades como antioxidantes.

Para tener mayor certeza acerca de la composición fitoquímica del follaje de noni, los análisis fueron asistidos por cromatografía de capa fina (CCF) (Figura 1). En el extracto hexánico de las hojas se confirmó la presencia de metabolitos al observar en la placa con luz UV a 365 nm sin revelador químico cuatro manchas, dos de color rosado (quinonas) y dos amarilla (coumarinas y flavonoides) (Wagner, 2001).



**Figura 1.** Cromatografía de Capa Fina (CCF) de hojas de *Morindacitrifolia L.*

En el caso del extracto clorofórmico se observaron tres manchas, dos de color rosada (quinonas) y una roja (quinonas y coumarinas). Por último en el extracto acetato de etilo se observó dos manchas, una de color rosado (quinonas) y una de color amarillo (coumarinas y flavonoides). Lo cual confirma la presencia de quinonas, coumarinas y flavonoides en las hojas de la *Morindacitrifolia L.*

### 3.2 Estudio de respuesta animal con reproductoras.

Al evaluar los indicadores consumo total y consumo de noni por animal de las cerdas mestizas en diferentes estados reproductivos, gestantes y vacías, no se obtuvo diferencias significativas, con un comportamiento similar en ambos grupos (tabla 8). Estos resultados no coinciden con los hallados por Muñoz (2003), quien al establecer condiciones de crianza intensiva y con otros nutrientes en la ración, propició que existiera diferencia en el consumo por efecto del estado reproductivo de las cerdas. Debemos de señalar que los resultados obtenidos en este estudio coinciden con los encontrados por Noda et al, (2006), quienes reportan que en cerdas alimentadas con follaje fresco de Morera no se registraron diferencias significativas en el consumo entre los diferentes estados reproductivos evaluados.

**Tabla 8.** Indicadores productivos de las cerdas mestizas que consumieron noni fresco en los diferentes estados reproductivos.

Indicadores	Grupos		ES ±
	Gestantes	Vacías	
Cantidad de Animales	10	10	-
Oferta, kg	22,60	23,82	-
Residuo, kg	2,3	3,1	-
Consumo Total, kg	20,3	20,7	0,40
Consumo por animal, kg	2,03	2,07	0,51

<sup>a,b,c</sup>Columnas con superíndice diferentes presentan diferencia para  $p \leq 0.05$ .

El consumo de MS representó el 30 % del consumo total de la dieta. De acuerdo con los datos de otros autores, este por ciento no es recomendado cuando se emplea *Gliricidiasepium* en cerdos en crecimiento, pues hallaron afectaciones en los índices de digestibilidad de los cerdos cuando consumían niveles por encima del 20% de inclusión en las dietas de diferentes follaje en forma de harina (Osorto, 2003; Díaz 2003; González et al, 1999y Domínguez y Ly, 1997). Sin embargo en este experimento donde se utilizó el follaje de noni fresco no se presentaron afectaciones en los indicadores productivos y reproductivos y si se halló una mejora en los indicadores de salud de las crías

Según Benavides (1995) las cerdas durante la gestación tienen la capacidad digestiva de aprovechar muy eficientemente alimentos de menor calidad lo que constituye una oportunidad única para la introducción de altos niveles de subproductos y reducir así los costos por concepto de alimentación. Estudios realizados en EUA sugieren la inclusión de hasta un 50 % de algunos subproductos fibrosos en esta categoría porcina sin trastornos productivos ni reproductivos (Savón et al, 1999).

Al comparar los indicadores productivos, reproductivos y de salud de las crías en las cerdas reproductoras en experimentación, que consumieron el follaje de noni con respecto a otras reproductoras que no lo consumieron (tabla 8), se apreció que había una ventaja por la acción de haber incorporado el noni en las dietas, ya que se incrementó, con respecto al grupo que no recibió morera fresca, la cantidad de cerditos nacidos, los vivos a las 48 horas

posparto, el peso promedio al nacimiento y el por ciento de viabilidad. Igualmente, hubo una disminución en la presentación de las diarreas en las crías porcinas.

**Tabla 8.** Indicadores productivos y de salud de las crías en las cerdas alimentadas con noni fresco.

<b>Indicadores</b>	<b>Grupo experimental</b>	<b>Grupo Control</b>	<b>ES</b>
Cantidad de crías nacidas	12	10	1,40
Crías Vivas a las 48 horas.	11	8	1,15
Crías muertas a las 48 horas	1	2	0,42
Peso promedio al nacimiento, kg	1,20	1,18	0,020
Peso promedio al destete	7,56	7,32	0,041
% de Viabilidad a las 48 horas	91,67	80	1,32
% de Mortalidad a las 48 horas	8,33	20	1,25
Cantidad de cerdos con diarreas a las 48 horas	1	2	0,35
% de cerdos con diarreas a las 48 horas.	9,09	25	1,45

Estos resultados se mantuvieron a los diez días posparto, apreciándose diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre el grupo que consumió follaje fresco de noni y el grupo control. Este beneficio, en las cerdas que consumieron follaje fresco de noni, es el resultado de una mejor condición corporal, lo cual coincide con los resultados informados por Muñoz (2003) cuando alimentó a las cerdas con follaje fresco de morera sustituyendo solo un 25% del alimento comercial concentrado. Por su parte Chiv et al (2003) encontraron ventajas al utilizar la harina de follaje de morera en los índices de digestibilidad y en el balance nitrogenado con respecto al nacedero o tricantera (*Trichanthera gigantea*), promoviendo su empleo.

Basto et al, (1993) utilizaron *Alocasiamacrorrhiza* en la alimentación de cerdas gestantes demostrándose que se puede ahorrar el 34% del alimento

concentrado durante la gestación, sin detrimento de los parámetros productivos. Sarríaset al., (1999) recomienda para cerdas gestantes en pastoreo, una dieta compuesta por 10 kg de caña de azúcar, 0,4kg de grano de soya cocido y 2 kg de hojas de nacedero (*Trichanthera gigantea*), sola o mezclada con hojas de morera (*Morus* sp) y bore, permite obtener una dieta balanceada capaz de asegurar los indicadores reproductivos.

## **Conclusiones.**

1. El follaje de noni presentó valores aceptables PC y FC para ser usados en la alimentación porcina.
2. En el tamizaje fitoquímico se registraron la presencia de ácidos grasos, alcaloides, azúcares reductores, saponinas, flavonoides, triterpenos y/o esteroides, coumarinas y quinonas, siendo los más abundantes las coumarinas y quinonas.
3. No se encontró ninguna alteración en los indicadores reproductivos y de salud de las crías evaluadas en cerdas alimentadas con follaje fresco de noni (*Morindacitrifolia*) en las diferentes etapas reproductivas.

## **Recomendaciones.**

Las investigaciones realizadas confirman la factibilidad de emplear el follaje de noni (*Morindacitrifolia*) como sustituto parcial de los concentrados comerciales sin que ocurran afectaciones en la salud animal ni en la capacidad reproductiva. Se recomienda introducir el follaje de noni en las dietas de cerdos en la etapa de reproducción.

## Bibliografía.

1. Aherne, F. 1999. Feeding the gestating sow. Manitoba Agriculture and Food Livestock  
[www.gov.mb.ca/agriculture/livestock/pork/swine/bab10s05html](http://www.gov.mb.ca/agriculture/livestock/pork/swine/bab10s05html)
2. Aherne, F.X. 1996 Nutritional management to optimize breeding performance. Advances in Pork Production 7: 143-155.
3. Alonso J, Febles G y Gutiérrez JC. 1998. Métodos para introducir especies arbóreas
4. AOAC.2011. Official methods of analysis, Ass. Off. Agric. Chem. 21<sup>th</sup> ed. Washington.D.C.USA
5. Argenti, Patricia y Espinosa, F.2004. Alimentación alternativa para cerdos. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. FONAIAP. Maracay. En: <http://www.fonaip.gov.ve/publica/divulga/>.
6. Benavides, J. 1995. Research on forage trees. In: First FAO Electronic Conference on Tropical Feeds and Feeding Systems, FAO. 169 – 206 en ceba de Conejos. ActaAgronómica 40(3 y 4): 183-186 Univ. Nac. de Colombia. Facultad de Ciencias Agropec. Palmira.
7. Benavides, J. L. 1996. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Editorial CATIE. Vol I y II. Costa Rica.
8. Bergeron, R., Boldue, J., Ramonet, Y., Meunier-Salaun, M.C. y Robert, S. (2000) Applied Animal Behaviour Science 70: 27-40.
9. Brouns, F., Edwards, S.A. y English, P.R. (1994) Applied Animal Behaviour Science 39: 215-223.
10. BUXADÉ, C. 2000: Las claves del subsector porcino en los distintos mercados Reunión C.M.A. Bonn. Alemania.
11. Cahn, T.T. et al, 1998. Dietary protein affects nitrogen excretion and ammonia emission from slurry of growing-finishing pigs. Livest. Prod. Sic. 56: 181-191
12. Campabadal, C. Navarro. H.A. 2001. Alimentación de los cerdos en climas tropicales. ASA, México, p 280.
13. Campabadal, C. 2009. Guía técnica para alimentación de cerdos. Edición Imprenta Nacional Costa Rica 44p
14. Cervantes, A; Acosta; M, García; M., Morales; G., Naranjo. R. 2002 Análisis de la política de desecho de reproductoras en las unidades porcinas

- especializadas durante el año 2002. IIP. La Habana. XV Forum de Ciencia y Técnica.
15. Cheeke, P.R. y Kelly, J. 1989. Metabolism, toxicity and nutritional implications of quinolizidine (lupin) alkaloids. In: Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds. Proceedings of the First International Workshop on Antinutritional Factors (ANF) in Legume Seeds, Wageningen, The Netherlands November 23-25, 1988. Huisman, J., T.F.B. van der Poel and I.E. Liener (Editors). Pudoc/Wageningen, Netherlands. pp. 189-210.
  16. Chinchilla, M; Chi, H y Carrillo, W. 2004. Producción semi-intensiva de cerdos y uso de desechos para generar energía. PRIAC. Costa Rica.
  17. Chiv, P., Preston, T.R. y Ly, J. 2003. Mulberry leaves as protein source for young pigs fed rice based diets. Digestibility studies. Livestock Research for Rural Development 14(6); version electronic disponible in: [www.cipav.org.co/iild/llrd14/6/phiny146](http://www.cipav.org.co/iild/llrd14/6/phiny146).
  18. Clifton, P. 1995. Plant sterol and stanols comparison and contrasts. Sterols versus. Revista Computarizada de Producción Porcina. 2 (2): 25-27.
  19. Coma J. 1997. XIII Curso de Especialización FEDNA Madrid. Avances en la alimentación del ganado porcino.
  20. Contino, Y; Ojeda, F; Herrera, R; Altunaga, N y Pérez, G. 2006. Algunas observaciones sobre el consumo de morera (*Morus alba*) fresca en cerdas reproductoras. Revista Computarizada de Producción Porcina. 13 (suplemento 1): 39-41.
  21. Cuellar, P. 1991. Uso de lavazas enriquecidas en el engorde de cerdos entre 30 y 90 kg de peso vivo. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmiras. Colombia.
  22. Cuenca, L. 2003. La producción porcina en la Unión Europea. Real Academia de Ciencias Veterinarias de España. En: <http://www.racve.es/mostrar/>
  23. Díaz, C. 2003. Evaluación nutritiva del uso de recursos arbóreos tropicales en la alimentación de los cerdos en Cuba. Tesis de Maestra en Producción Porcina. Instituto de Investigaciones Porcinas. La Habana, pp 78
  24. Díaz, J. 1992. Tecnología para la explotación de reproductoras porcinas. Manual de Porcinotecnia. ISCAH. La Habana: 189 p.
  25. Díaz, María; LonWo, E; MaCino, Delia y Castro, M. 2004. Vigna unguiculata. Una opción para la alimentación de aves y cerdos. Rev. ACPA. 2:53-54.

26. Diéguez, F.J. 2002. Estrategias para mejorar la productividad a través del mejoramiento genético y el manejo reproductivo en las explotaciones porcinas. XVIII Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. Memorias. P 28.
27. Dihigo, L.E; Savón, L y Rosabal, Y. 2004. Determinación de la digestibilidad in vitro de la materia seca y fibra detergente neutro de cinco plantas forrajeras con la utilización del inoculo cecal de conejos. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas. 38(3):292.
28. Domínguez, P. L. 1990. Sistema de alimentación porcina con desperdicios procesados y otros subproductos agroindustriales. En Taller sobre la utilización de los recursos alimenticios en América Latina y el Caribe. IIP. La Habana FAO. Roma.
29. Domínguez, P.L. y Ly, J. 1997. An approach to the nutritional value for pigs of sweet potato vines (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). Livestock Research for Rural Development, 9(2); versión electronic disponible in: [www.cipav.org.co/llrd/llrd9/2/chhaty9.2.htm](http://www.cipav.org.co/llrd/llrd9/2/chhaty9.2.htm)
30. Duke JA. 1992. Handbook of phytochemicals. Boca Raton, FL: CRC Publishing.
31. Fernández JA y Jorgensen JN. 1986. Digestibility and absorption of nutrients as affected by fibre content in the diet of the pig. Quantitative aspects. Livest. Prod. Sci. 25: 53-69
32. Foxcroft R. G.;Aherne F.;Kirwood R. (2002). Fisiología y manejo de la cachorra de reposición. CANADÁ Fuente: [Agrupación de Consultores en Tecnologías del Cerdo \(A.Con.Te.Ce.\)](#)
33. Fuentes, A., De Alba, C. Cidoncha. R., Martin, S., Ritlo. M. 2000. Effect of administration of Glucose and vitamins-mineral (A, B3, E and Se) on embryo o number and viability in gilts. IPSSS. Inglaterra: 95.
34. Gill, C.2003. Demanda de alimentos para consumo humano aún empuja la demanda de alimentos balanceados. Rev. Alimentos Balanceados para animales. 3:5-7.
35. González, A y Hurtado, E. 2001. Aspectos generales de la Producción de Cerdos a Campo. En: <http://www.labdiagnostest.com/>
36. González, C. 2006. Influencia de número de partos y la época del año sobre indicadores reproductivos en una unidad porcina. Resultados preliminares.

- XVIII Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. Memorias. La Habana. P 15.
37. González, D.A., González, C., Díaz, I. y Ly, J. y Veccionacce, H. 1999. Determinación de la digestibilidad de nutrientes de dietas de follaje de yuca amarga (*Manihotesculenta*Crantz) y aceite de palma (*Elaeisguineensis*Jacq) en cerdos. Revista Computadorizada de Producción Porcina, 6(1):22-30
  38. Guerrero, J. 1981. Algunos aspectos de importancia en la reproducción porcina. Boletín Reseña. G. Porcino. Minagri, p 5-21.
  39. Gutiérrez, O; Vera, M; Savón, L y Albert, A. 2006. Recursos fitogenéticos de uso común en la alimentación del cerdo en zona de Topes de Collante. II Seminario Internacional Porcinocultura 2006. La Habana. Cuba.
  40. Huerta, R. 2004. Determinación de los parámetros de la producción porcina tecnificada en México. Tesis presentada en opción al título académico de Doctor en Ciencias. Camagüey.
  41. John, A., Wahner, M. 1983. Influence of body condition during selection and insemination on the reproduction performance of different breeds. Belgrade Yugoslave Institute for Animal Husbrandy. 18(1/2):45-51.
  42. King, R.H. 1990. Efficacy of exogenous gonadotrophic hormones to induce estrus in anestrus gilts. Theriogenology, vol 34: 4.
  43. Koketzu, Y. C. ; Dial, D. ; Marsh, W. E.; Pettgreg, C. E. ; Soler, A. 1997. Glucose tolerance luteinizing hormone release and reproductive performance of first litter sow fed two levels of energy during gestation. Animal Science. 3(15): 23-26.
  44. Lenis, V. L. A et al. "Extracción, separación y elucidación estructural de dos metabolitos secundarios del alga marina *Bostrychiacalliptera*". *Scientia et technia*. 2007; UTP. ISSN 0122-1701. Colombia, 99.
  45. Loula, T. 1995. Destete temprano para mejor salud. Rev Industria Porcina. 15(2):12.
  46. Ly J. 1996a. Una reseña corta sobre avances en estudios de procesos digestivos en cerdos alimentados con dietas tropicales no convencionales. Rev. Comp. Prod. Porc.3(1):1-7.
  47. Ly, J. 2004 <sup>a</sup>. Árboles tropicales para alimentar cerdos. Ventajas y desventajas. Revista Computarizada de Producción Porcina. 11(2):5-27.

48. Martín, A. H. 1998b. Desarrollo de un programa de investigación de carne. *Ciencia y Técnica en la Agricultura: Ganado Porcino*. 2(2): 109-121.
49. Martínez, V. 1997. Disposición sanitaria de cadáveres de cerdos en condiciones cálido - húmedas. Tesis en opción al grado científico Dr. Ciencia Vet. ISCAH - IIP. Ciudad de la Habana.
50. Mateos, G; Piuer, J. 1994. Programas de alimentación en porcino: reproductoras en línea). Madrid, España. FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la nutrición Animal). Consultado 18 nov. 2004. Disponible en <http://www.etsia.upm.es/fedna.capitulos/94cap.pdf>
51. Mejía C. 1989. Observaciones sobre el uso del follaje de nacedero (*Trichantera gigantea*) como suplemente proteico en dietas de jugo de caña para cerdas gestantes. En: Reportes de Investigación.
52. Montilla, J. 1994. Agricultura para la alimentación de aves en el Trópico. II Encuentro regional de nutrición y alimentación de monogástricos. La Habana. p. 1-7
53. Mora, J. M. 2005. Perspectivas latinoamericanas en una industria porcina global. VII Congreso Centro América y el Caribe Porcinocultura 2005. La Habana. Cuba.
54. Mota, R. D. 2000. Efecto del manejo de la cerda parturienta sobre la presencia de descargas vaginales purulenta. *Cerdos-Swine*. Año 3, (27): 8-11.
55. Muñoz, C.H. 2003. Sustitución parcial de alimento comercial por morera (*Morus alba*) en la alimentación de cerdas gestantes. Aspectos técnicos y económicos. Tesis de Maestro en Ciencias. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2, Conkal, pp 65
56. Murgueítio E. 1994. Los árboles forrajeros como fuente de proteína (2da ed) CIPAV. Cali. pp 7
57. N.R.C. 1998. Nutrient Requirement of swine. 10ed. Edition Washigton D.C National Academy of science.
58. Noblet, J and Le Goff, G. 2000. Utilisation digestive et valeurs énergétiques du blé, du maïs et leurs co-produits chez le porc en croissance et la truie adulte. *Journées Rech. Porcineem France* 32: 177-184
59. Osorto, W.A. 2003. Harina de morera como ingrediente de la ración alimenticia de cerdos en crecimiento y engorde. Tesis en opción al Grado

- Científico de Master en Ciencias. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2. Conkal, p 86
60. Peña RA. Algunas consideraciones sobre el empleo de productos en la medicina natural y tradicional. Monografía. Bayamo, Granma, 2002, Cuba.
61. Pérez R. 2005. Feeding pigs in the tropics. FAO Animal Production and Health Paper 132. Roma pp 185.
62. Pineda, A.; J. Del Río; R. Chao y A. Pérez. 1994. Equipo industrial para el procesamiento de todo tipo de desperdicios alimenticios. Rev. Computarizada Prod. Porcina, 1 (1): 28 - 35.
63. PNUD. 1991. Proyecto CUB 91 / 011. Nuevo sistema tecnológico de procesamiento y uso integral de desperdicios en la alimentación no convencional de cerdo. FAO / PNUD.
64. Preston, T. R. 2007. El declive de la disponibilidad del petróleo, implicaciones para la producción agropecuaria. Revista ACPA. 1:35 – 39.
65. Ramos, A. 2002. El Noni (*Morindacitrifolia*). Nuevo árbol para la Agricultura Urbana. Grupo Empresarial Agropecuario. AGRIMININ. La Habana. Cuba. 8 p.
66. Ruiz, H; Gómez, B; Martínez, A y Hernández, F. 2005. Árboles y arbustos forrajeros del sur de México. Pastos y Forrajes. 28(2):13-15.
67. Sang S, Cheng X, Zhu N, Stark RE, Badmaev V, Ghai G, et al. 2001<sup>b</sup> Flavonolglycosides and novel iridoid glycoside from the leaves of *Morindacitrifolia*. J Agric Food Chem; 49: 4478-81.
68. Sang S, Cheng X, Zhu N, Wang M, Jhoo JW, Stark RE, et al. 2001<sup>a</sup>. Iridoid glycosides from the leaves of *Morindacitrifolia*. J Nat Prod; 64: 799- 800.
69. Santos RH y Abreu JE. 1995. Evaluación nutricia de la *Leucaenaleucocephala* y del *Brossimunalicastrum* y su empleo en la alimentación de cerdos. Vet. México 26, 51-57.
70. Sarria, B. P; Rosero, P. M y Murgueitio, R. E. 1999. Desarrollo de sistemas sostenibles de producción de cerdos usando recursos tropicales disponibles a nivel de finca. CIPAV. Cali. Colombia. 100p.
71. Savón, L y Gutiérrez, O. 1999. Manual Teórico Práctico de Caracterización de Productos Fibrosos. Instituto de Ciencias Animal, edit. EDICA. La Habana, Cuba. 33 p.

72. Savón, L; Scull, I; Gutierrez, O y Orta, M. 2004. Harinas de follajes tropicales. Una alternativa para la alimentación de especies monogástricas. XXXII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal. Monterrey. México.
73. Shavk, AV and Whistter, WA. 2001. Tropical Science. 41(4): 199-202.
74. Simón L, Lamela, L, Esperance M y Reyes F. 1996. Los árboles y los arbustos forrajeros una alternativa de producción ambientalmente amigable. Taller.
75. Tené, M.D. "Tamizaje fitoquímico, extracción fraccionada y evaluación biocida del extracto dicloro metano y metanólico de *Brosimum malicastrum* swartz (Ramón), fruto, semilla y hojas". Tesis en opción al título de farmacéutico. Facultad de ciencias químicas. 2008.
76. Tri-State. 1998. Swine Nutrition Guide. Purdue University, Ohio State University and Michigan State University Bulletin: 869.
77. Vadell, A. 2005. La producción de Cerdo al aire libre en Uruguay. Rev ACPA. 4:43.
78. Valerio, S. 1994. Contenido de taninos y digestibilidad in vitro
79. Vallejo MA y Oviedo FJ. 1996. Características botánicas, usos y distribución de los principales árboles y arbustos con potencial forrajero de América Central En: Árboles y arbustos forrajeros en América Central. 2:665.
80. Van Soest PJ y Wine RH. 1967. Use of detergent in the analices of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell wall constituents. J AOAC 50:50-55.
81. Vargas H y Elvira P. 1990. Composición química, digestibilidad y consumo de leucaena (*Leucaenaleucocephala*), madre cacao (*Gliricidia sepium*) y caulote (*Guazuma ulmifolia*), En: Árboles y arbustos forrajeros en América Central. 2:339-400.
82. Vázquez, R. 2005. Sustitución parcial del pienso B por la mezcla de ensilaje de pescado más Palmiche en la etapa de ceba de cerdo. Tesis en Opción al Título de Máster en Nutrición Animal. Centro de Estudio de Producción Animal. Universidad de Granada.
83. Vestergaard, E.M. 1997. The Effect of Dietary Fibre on Welfare and Productivity of sows. Ph. D. Thesis. The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen.

84. Wagner H, Bladt S. 2001. Plant drug analysis: a thin layer chromatography atlas. 2<sup>nd</sup> ed. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.
85. Wang M, Kikuzaki H, Csiszar K, Boyd CD, Maunakea A, Fong SF, et al. 1999. Novel trisaccharide fatty acid ester identified from the fruits of *Morinda citrifolia*. J Agric Food Chem; 47: 4880-2.