

Valor nutricional de las plantas acuáticas *Azolla* y *Salvinia* en cerdos

Rosales A., Quintero J., Buritica A., Londoño A., Sarria P.*, Leterme P.,
Boudry C.**; Buldgen A**.

*Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, Departamento de Ciencia animal
Carrera 32 – vía a Candelaria, Palmira (Valle)*

** Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín*

*** Faculté Universitaire des Sciences agronomiques, Gembloux, Bélgica*

Resumen

En el presente artículo se muestran los resultados obtenidos con cerdos respecto a la composición química, digestibilidad y consumo voluntario de dos especies de plantas acuáticas, utilizadas como forraje tanto en forma fresca como en forma de harina.

Azolla contiene de 206 a 245 g de cenizas por kg seco, 500 g de fibras totales; un contenido de proteína alrededor del 280 g por kg seco. Por otra parte, *Salvinia* contiene de 197 g a 222 g por kg seco de cenizas y 590 g de fibras totales, con un contenido entre 90 y 160 g de proteína por kg seco. El perfil de aminoácidos es favorable con respecto a los aminoácidos esenciales. La digestibilidad para la dieta con forraje de *Azolla* fue del 46% para la materia seca, 46% para la proteína y 48% para la energía; mientras que la dieta con forraje de *Salvinia* se vió notablemente disminuida registrando valores cerca del cero, tanto para la materia seca que para las proteínas y la energía. La capacidad de ingestión de un cerdo de 100 kg de peso vivo se encuentra alrededor de 1 kg de forraje seco por día para *Azolla* y de 800 g para *Salvinia*, capacidad que se reduce a la mitad cuando se ofrece en forma fresca, aunque puede consumir 9 kg de forraje fresco por día, pero el contenido de humedad de las plantas acuáticas influye considerablemente en el contenido de materia seca ingerida.

Palabras claves: cerdo, valor nutricional, ingestión, *Azolla*, *Salvinia*

1. Introducción

En los sistemas de economía campesina, se hace uso del conocimiento que sobre los recursos vegetales tienen los campesinos, suministrando dietas basadas en desperdicios, subproductos de cosecha, lavazas, todos ellos con un aporte alto en energía y un bajo contenido de proteína y elementos esenciales lo que se convierte un factor limitante en la producción.

La implementación de sistemas mixtos de alimentación, donde se incluya la utilización de plantas acuáticas podría ser un aporte importante para solucionar las deficiencias proteicas en las dietas, ya que éstas pueden producirse fácilmente en la finca a bajo costo, durante todo el año y con un buen contenido de proteína que puede ser aprovechado por el animal. Las plantas pueden ser producidas en estanques colectores de aguas de lavado de las mismas cocheras de los cerdos, haciendo mejor uso del reciclaje de nutrientes y mejorando la calidad del medio ambiente, sin que esto vaya en detrimento de la salud de los animales. Por otra parte, debe tenerse en cuenta que el cerdo es un animal monogástrico y como tal debe valorarse su aptitud para el aprovechamiento de éste tipo de forrajes.

En éste artículo se presentan los resultados preliminares sobre el valor nutricional de las plantas acuáticas y la aptitud de los cerdos para consumirlas: *Azolla* sp. y *Salvinia* sp.

2. Materiales y métodos

En el presente ensayo se desarrollaron dos pruebas, una de digestibilidad fecal y una de consumo voluntario para medir el nivel de ingestión máximo por parte de los animales. Los dos experimentos se describen a continuación.

2.1 Prueba de digestibilidad

Este experimento tuvo como objetivo medir la digestibilidad fecal de la materia seca, de la proteína y de la energía en cerdos.

Animales.

Se utilizaron 9 cerdos de 35 +/- 2 kg de peso vivo en promedio, los cuales fueron distribuidos en tres grupos de tres animales, que fueron alojados en jaulas metabólicas individuales, los cuales fueron sometidos a un período de acostumbramiento para ingerir la harina de las plantas acuáticas.

Dieta.

Las plantas acuáticas fueron cosechadas en la Hacienda Pozo Verde ubicada en el municipio de Jamundí, luego fue trasladada a la Granja Mario González Aranda de la Universidad Nacional, sede Palmira, donde fueron sometidas a un proceso de desecación al sol, luego fueron molidas en un molino de martillo con una criba de 3 mm.

Para la formulación de la dieta, se tuvo en cuenta una dieta base o dieta control constituida por maíz y torta de soya y dos dietas con el forraje a evaluar en una proporción de 65% control y 35% forraje. La composición de la dieta se detalla en la tabla 1.

La dieta tenía una presentación en forma de harina, la cual era homogeneizada antes del suministro (mezcla del forraje con la dieta control + agua para facilitar la mezcla).

Tabla 1. Composición de las dietas.

Descripción	Control	Azolla	Salvinia
Composición			
Maíz	58	38	38
Torta de soya	20	13	13
Cascarilla arroz	6	4	4
Azúcar	10	6	6
Minerales y vitaminas	6	4	4
Azolla	***	35	***
Salvinia	***	***	35
Análisis			
Materia seca	930	895	895
Cenizas	79	123	120
Proteína bruta	192	223	182
Fibra total	234	364	357
Lignocelulosa	94	277	265
Energía bruta (kcal/g)	3908	3726	3557

Metodología.

El ensayo tuvo un diseño experimental completamente al azar, donde se asignó una de las tres dietas a tres cerdos. Se colectaron las heces durante un periodo de 9 días precedidos de un período de acostumbramiento a la dieta de 7 días. Posteriormente se desarrolló una segunda fase ó segundo periodo de toma de datos asignándose una nueva dieta a los cerdos, colectándose nuevamente las heces durante un periodo igual de tiempo.

Los cerdos recibieron tres comidas al día (7 a.m, 12 a.m y 5 p.m), teniendo como base 90 g de materia seca por kg de peso metabólico por día (90g MS / kg $P^{0.75}$ / día), que siempre fueron mezcladas con una cantidad equivalente de agua para facilitar la ingestión del animal.

Las heces fueron colectadas a las 8 a.m, tomándose una muestra representativa equivalente al 5% del total colectado y fueron conservadas en un congelador para su posterior análisis.

Análisis.

Se analizaron los alimentos por su contenido de materia seca (105° C), cenizas totales (500° C), nitrógeno por el método Kjeldahl, el contenido de proteína bruta se estimó multiplicando el %N por el factor 6.25 , fibra detergente neutra y ácida, energía bruta mediante un calorímetro Parr 1341 y el contenido de aminoácidos por cromatografía de intercambio de iones.

Cálculos y análisis estadísticos.

Los valores de digestibilidad de la dieta (materia seca, proteína, energía bruta), se calcularon por diferencia de la cantidad ingerida menos la cantidad excretada.

El análisis estadístico se realizó con un análisis de varianza con tres criterios de clasificación: cerdo, periodo y dieta. Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico SAS. No se observó diferencias significativas por el efecto de cerdo y periodo.

2.2 Prueba de consumo voluntario.

Este ensayo se realizó con el objetivo de estimar la cantidad máxima de ingestión de forraje tanto en forma fresca como en forma seca (harina) en cerdos.

Animales.

Para éste ensayo se utilizaron 8 cerdas, con un peso entre 94 y 139 kg de peso vivo (promedio: 117 kg +/- 11 kg) las cuales fueron distribuidas en cuatro grupos de dos animales, que fueron alojadas en corrales individuales de 1.5 m x 1.2 m, siendo sometidas a un periodo de acostumbramiento al consumo del forraje en fresco como en harina.

Dietas.

La dieta estuvo conformada por concentrado comercial en una proporción de 60% y un 40% de forraje a saber: harina de Azolla ó Salvinia y Azolla ó Salvinia fresca, para un total de cuatro dietas (Azolla seca, Azolla fresca, Salvinia seca, Salvinia fresca).

Las plantas acuáticas Azolla y Salvinia fueron cosechadas en los estanques ubicados en la Granja Mario González Aranda, de forma manual y artesanal mediante instrumentos de pesca elaborados para tal fin. El forraje fue cosechado diariamente en las horas de la tarde, para dar un tiempo de pérdida de agua de la planta y ser suministrada como forraje fresco al día siguiente.

Para el suministro en forma de harina, las plantas fueron desecadas al sol y molidas posteriormente. Durante los días que no hubo disponibilidad de material en los estanques, las plantas fueron traídas de la Hacienda Pozo Verde en Jamundí, y se conservo congelado hasta el momento de su utilización.

Metodología.

Se utilizó un diseño experimental en cuadro latino, con cuatro grupos con dos unidades experimentales por grupo y cuatro dietas (una por grupo) (2 cerdas/ grupo/ dieta x periodo x 4 dietas x 4 periodos).

Las cerdas recibieron 90 g MS / kg $P^{0.75}$ para las dietas en forma de harina y 50 g MS / kg $P^{0.75}$ para las dietas en forma fresca, siendo de éste suministro el 60% concentrado y 40% forraje, nivel que se fue ajustando de acuerdo al consumo mostrado por el animal.

Las cerdas fueron alimentadas cinco veces al día 8 a.m, 10 a.m, 12 a.m, 2 p.m y 4 p.m. en cantidades iguales y con la misma relación concentrado: forraje.

Cada periodo experimental tuvo una duración de cinco días durante el cual se midió el consumo de forraje y de concentrado, calculado por diferencia entre la cantidad ingerida y la rechazada. El periodo experimental fue seguido de dos días de acostumbramiento a la nueva dieta.

Análisis. Se realizaron análisis de materia seca al forraje, al concentrado y el sobrante de alimento.

Cálculos estadísticos.

Una vez determinado el consumo, se analizaron los datos con un análisis de varianza a tres criterios de clasificación (período, animal, dieta), utilizando el programa SAS.

3. Resultados.

La tabla 2 muestra la composición de los dos forrajes, como también el perfil en aminoácidos de las proteínas. Los dos forrajes tienen una composición similar, aunque presentan diferencias en el contenido de proteínas siendo mayor en Azolla, lo mismo sucede con las cenizas y las fibras principalmente la lignina.

Se debe investigar el contenido en aminoácidos azufrados como la metionina y cisteína, como también el triptófano que no se analizaron en ésta prueba, dada su importancia para los cerdos. En términos generales, se observa una buena composición en aminoácidos al compararse con los requeridos por los cerdos.

Descripción	g/ kg Materia seca	
	Azolla	Salvinia
Materia seca (% Total)	74	67
Cenizas	206	198
Proteínas brutas	281	164
Fibras FDN ⁽¹⁾	607	585
Fibras FDA ⁽¹⁾	356	324
Lignina	292	203
Energía bruta (Mcal/ kg ms)	3945	3462
AA esenciales	g / 100 g proteínas	
Arginina	5,5	5,1
Histidina	2,5	2,6
Isoleucina	4,7	4,1
Leucina	8,3	7,5
Lisina	4,9	4,7
Fenilalanina	5,5	4,7
Treonina	4,9	4,8
Valina	5,8	5,6
AA no esenciales		
Alanina	6,6	5,6
Ac. Aspártico	10,0	9,2
Ac. Glutámico	12,8	11,0
Glicina	5,3	5,6
Prolina	4,7	4,8
Serina	4,6	4,9
Tirosina	3,7	3,3
Total aminoácidos ⁽²⁾	89,8	83,5

⁽¹⁾ FDN: fibra detergente neutra (lignina+celulosa-hemicelulosa ó fibras totales. FDA: fibra detergente ácida (lignina+celulosa)

⁽²⁾ la muestra utilizada para el análisis de aminoácidos era diferente y su contenido de proteína era menor a la muestra utilizada en la prueba de digestibilidad.

En la tabla 3 se presentan los resultados de la prueba de digestibilidad fecal, donde se observa una digestibilidad muy baja para la dieta con el forraje de Azolla y la dieta con el forraje de Salvinia

no fue digerible ya que los resultados fueron negativos. Dados dichos resultados no fue calculado la digestibilidad para el forraje solo. Se observaron diferencias significativas entre las dietas.

Tabla 3. Digestibilidad (%) de la dieta con Azolla y Salvinia en cerdos en crecimiento, contenido de proteína digerible (g/kg dieta seca) y Energía digerible (Mcal/kg dieta seca).

Descripción	Dietas		
	Control	Azolla	Salvinia
Materia seca	80 (1)	45,5 (13)	-5,1 (15)
Proteínas brutas	86 (1)	45,6 (13)	-1,4 (16)
Energía	82,4 (1)	48,3 (12)	-0,1 (15)
Proteína digerible (g/kg MS)	165 (2)	102 (28)	-2,5 (29)
Energía digerible (Mcal/kg MS)	3127 (42)	1820 (463)	-3,3 (548)

Desviación estándar entre paréntesis. Existen diferencias significativas entre dietas ($P < 0.01$).

La tabla 4 presenta los resultados de la prueba de consumo voluntario en cerdas.

Los resultados del ensayo mostraron que la presentación del forraje en forma seca permitió un consumo de 80 g de materia seca por kg de peso metabólico por día, de los cuales el 40% provenía del forraje.

Cuando el forraje se ofreció en forma fresca se observó un consumo de 53 g de materia seca por peso metabólico, alrededor de 1623 g ms/100 kg de peso vivo. La cantidad de forraje fresco consumido supero los 9 kg diarios.

Cabe aclarar que para el análisis de los datos se eliminó una de las observaciones, ya que mostraba una diferencia muy marcada con el resto del grupo de cerdas, y ésta estimación no era significativa.

Tabla 4. Resultados de una prueba de consumo voluntario de concentrado suplementado con forraje de Azolla y Salvinia fresca ó secas en cerdas de 117 kg PV en promedio +/- 12 kg.

	Azolla		Salvinia	
	fresco	seco	fresco	seco
g MS/100 kg PV.día				
Concentrado	1018 (233)	1479 (128)	1001(168)	1316(152)
Plantas	630(198)	1240(85)	597(120)	887(156)
g MF/100kg PV.día				
Concentrado	1123(300)	1684(143)	1098(197)	1493(173)
Plantas	9061(2558)	1428(83)	9677(1788)	1032(177)
g MS/kg P^{0.75}.día				
Concentrado	33,5(7,6)	48,2(3,3)	32,8(5,7)	43,4(4,2)
Plantas	20,7(6,5)	40,5(2,9)	19,6(4,0)	28,7(4,5)

Los resultados muestran el promedio de 7 hembras y la desviación estándar ente paréntesis.

g MS/ 100kg PV.día : gramos de material seca ingerida por cerdas de 100 kg de peso vivo por día

g MF/100kg PV.día : gramos de materia fresca ingerida por cerdas de 100 kg de peso vivo por día

g MS/kg P^{0.75}.día : gramos de materia seca ingerida por kg de peso metabólico de cerdas por día.

4. Discusión

La composición química de las plantas acuáticas, varía de acuerdo al lugar donde crecen y se desarrollan. El aporte de aminoácidos esenciales es bueno en el caso de Azolla se encuentran los niveles más altos para arginina y treonina pero se debe estimar el contenido en metionina y triptofano. Los datos encontrados para Azolla fueron muy similares a los reportados por Leonard, 1997. En el caso de Salvinia el contenido de aminoácidos fue menor que los reportados por Quirama et al, 2002, para forrajes como el nacedero y el bore. Pese a los niveles de proteína los datos de digestibilidad mostraron niveles bajos para la dieta completa, en el caso de Azolla 45%. En el caso de forraje solo éste no fue digerible. La literatura reporta datos más altos como por ejemplo 65% para el nitrógeno y 80% para la materia orgánica. Para el caso de Salvinia la digestibilidad fue nula incluso para la dieta completa, lo que se podía prever dado que las heces mostraban gran cantidad de partículas del alimento control y en algunos casos plantas enteras en el material fecal. El nivel de inclusión en la dieta del 35% para el forraje, disminuyó considerablemente la digestibilidad de la materia seca, las proteínas y la energía en las dietas (Tabla 3). Se observó una diferencia significativa entre las dietas. Esta tendencia se mantuvo tanto en la materia seca, las proteínas y la energía.

Los resultados pudieron verse afectados por el nivel de inclusión del forraje en la dieta, ya el 35% superó la posibilidad de ser aprovechado por el animal. La literatura referencia niveles de inclusión para Azolla entre el 15 y 30% y en otros forrajes entre el 10 y el 20%. Becerra et al, 1990.

Leterme et al, 1998, menciona que una alta ingestión de fibras con alta capacidad de retención de agua pueden aumentar la pérdida de proteínas endógenas que provienen de las secreciones digestivas, lo que un momento dado afectan la digestibilidad aparente de las proteínas. El criterio para la utilización de un nivel de inclusión del 35% para el forraje fue:

- a. Estudiar el máximo potencial de utilización de las plantas acuáticas en la alimentación de cerdos.
- b. Para determinar el valor de un forraje solo por diferencia, se debe considerar un alto nivel de incorporación para minimizar la imprecisión en la estimación de la digestibilidad del forraje solo.

Para el caso de éste ensayo, se debe considerar limitar el nivel de ingestión del forraje en cerdos en crecimiento, para que no se vean afectados los procesos digestivos.

Los resultados de la prueba de ingestión, muestran claramente que el contenido de humedad del forraje marcan una diferencia significativa frente a la cantidad que puede consumir el animal, observándose también que la forma de presentación fresca y en harina, puede maximizar la utilización del forraje por parte del animal (Tabla 4).

Dados los resultados obtenidos en la prueba de digestibilidad y la prueba de consumo voluntario, se abre la discusión frente a la forma de utilización (presentación de la dieta) de éste tipo de forrajes, y debe continuarse el camino de la investigación y encontrar un punto de equilibrio para la optimización de éste tipo de recursos.

En conclusión deben plantearse nuevos ensayos de digestibilidad con niveles de inclusión de forraje en la dieta más bajos y observar si afectan los procesos digestivos en los cerdos. De ésta forma se podrá optimizar el uso de plantas acuáticas en la alimentación de cerdos y aprovechar el potencial en cuanto composición se observa. Finalmente, se debe tener en cuenta que el suministro en la dieta del forraje en forma de harina permite incrementar el nivel de ingestión del forraje, teniendo en cuenta que el alto contenido de humedad de las plantas acuáticas en forma fresca limita el consumo afectando el nivel de materia seca ingerida.

5. Agradecimientos

Los autores agradecen a la Gobernación del Valle (Fondo Estampilla), la Cooperación Universitaria Belga y el Organismo Internacional de Energía Atómica (proyecto Col/5/020) por su apoyo financiero y el personal de la Hacienda Pozo Verde de Jamundí, Valle del Cauca, por el

abastecimiento en plantas acuáticas; agradecen también la valiosa colaboración del personal del laboratorio de Nutrición Animal y de la Granja experimental Mario González Aranda de la Universidad Nacional sede Palmira.

6. Bibliografía

- Becerra M., Murgueitio E., Reyes G., Preston T. Azolla filiculoides como reemplazo parcial para los suplementos de la proteína en las dietas para cerdos de levante-ceba.1990.
- Leterme P. et al (1998) The high water-holding capacity of pea inner fibers affects the ileal flow de endogenous amino acids in pigs. Journal of Agricultural and Food Chemistry 46, 1927-1934
- Leonard V. Use of an aquatic fern (Azolla filiculoides) in two species of tropical fish. Faculté. Thesis supported for obtaining the degree of docteur en sciences agronomiques et ingénierie biologique. Faculté des sciences agronomiques. Université Catholique de Louvain.1997.
- Quirama A.M., Caicedo A.L., Londoño A.M., Valencia F.L., Boudry C., Leterme P., Buldgen A., Sarriá P. Valor nutricional de la hoja de nacedero (Trichantea gigantea) y bore (Xhantosoma sp) en cerdos.2002.