



# Valorización económico nutricional como criterio de selección de especies para la producción de Forraje Verde Hidropónico (FVH)



Cornelio Contreras S. – Gonzalo Burgos K. – Solano Portilla R. – Adrián Rojas M.,  
INIA Intihuasi

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS – INFORMATIVO N° 79

La selección de un suplemento en una dieta animal involucra varios factores, como el valor nutricional (nutrientes que aporta) y el costo asociado. Generalmente, los suplementos interesan por su aporte de proteína y/o energía metabolizable, y por su disponibilidad y oportunidad de acceso al producto. Técnicamente, el factor que debiera primar es el valor nutricional del alimento, no obstante, la mayoría de las veces juega un rol decisivo el costo y la facilidad de acceder a los productos.

Cuando se habla de forraje para la alimentación de ganado, se debe entender como un conjunto de nutrientes, que serán utilizados para suplir las necesidades del ganado para su mantención y producción, ya sea de leche o carne, de acuerdo con el propósito que busca el criancero.

Al momento de formular una ración, hay cinco elementos principales que se deben tener en cuenta:

- Proteínas
- Energía
- Vitaminas
- Minerales
- Agua

A continuación, se hará una breve descripción de cada uno para comprender su función en el desarrollo del ganado:

## Proteínas:

Son compuestos que conforman los tejidos del cuerpo, constituyen el sistema inmunológico, las enzimas y hormonas. Son importantes para el crecimiento y la producción de leche.

## Energía:

Es la capacidad que tiene un alimento para producir fuerza o trabajo, a través de la fermentación de los carbohidratos y lípidos, con la cooperación de vitaminas y minerales, además de formar nuevos tejidos, inducir el funcionamiento de los órganos y la producción de leche, carne, lana y pelo.

## Vitaminas:

Son compuestos necesarios en pequeñas cantidades y esenciales en muchas reacciones vitales en el organismo. Existen vitaminas liposolubles e hidrosolubles. Las vitaminas hidrosolubles, esencialmente las del complejo B y la vitamina K, son sintetizadas por el rumen y las liposolubles, en especial las A, D y E, deben ser aportadas por la alimentación, principalmente a través de forraje verde.

## Minerales:

Son elementos químicos que forman parte de tejidos, huesos, leche y fibra, importantes en reacciones metabólicas como es el caso del fósforo (P) y el magnesio (Mg). Los minerales son aportados por los tejidos vegetales, pero a veces se dan a los animales por medio del uso de saleros o bloques de minerales para lamer.

## Agua:

Cerca del 70% del cuerpo y 87% de la leche están constituidos por agua. El agua sirve de disolvente de compuestos químicos y de transportador de elementos en la sangre y de fluidos a las células. También es un medio de transporte de compuestos de eliminación y ayuda a mantener la temperatura

corporal. Además del consumo directo, el agua es suministrada por los alimentos.

Bajo el alero del proyecto Forraje Verde Hidropónico (FVH) como aporte a la sustentabilidad productiva de los crianceros de la Provincia de Limarí, se realizó el análisis de nueve especies forrajeras, con la finalidad de identificar el aporte nutricional de cada una de éstas y así generar información base, para la toma de decisiones con respecto a la elección de especies en la formulación de raciones para la alimentación del ganado. Esta evaluación fue realizada en la Oficina Técnica INIA Limarí, ubicada en la ciudad de Ovalle y las nueve especies evaluadas se indican en el Cuadro 1.

El desarrollo de esta experiencia tuvo una duración de 14 días y contempló el mismo régimen de riego para todas las especies, así como todos los manejos que fueron realizados para el conjunto completo de especies.

El análisis químico se hizo a muestras homogeneizadas, lo que correspondió a una masa de 1 kg por cada especie. Estas muestras fueron sometidas a un secado a 60°C por 48 horas en una estufa de aire forzado, para luego ser embaladas y



**Figura 1.** Bandejas con las distintas especies dispuestas en uno de los módulos de evaluación.

enviadas al laboratorio de suelos y forrajes de INIA Remehue, en Osorno. Los resultados de los análisis realizados a las diez alternativas forrajeras se muestran en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Resultados de análisis químico de nueve alternativas forrajeras establecidas bajo el sistema FVH.

Especie	MS (%)	Pt (%)	Digestibilidad "in vitro" (%)	Energía Metabolizable (Mcal/kg)	FDA (%)	FDN (%)	Cenizas (%)	Lignina (%)	Celulosa (%)
Alpiste	25,0	23,6	68,5	2,4	17,0	29,5	7,8	6,2	9,7
Avena	28,0	13,9	45,8	1,7	33,1	63,5	3,9	8,8	24,3
Chícharo	13,6	32,1	93,0	3,2	13,0	18,7	3,7	3,5	9,9
Cebada	4,6	17,2	66,1	2,3	24,9	50,4	4,2	4,7	20,2
Lenteja	9,4	34,7	80,0	2,8	16,8	23,8	4,3	7,1	11,5
Maíz amarillo	36,1	8,1	89,3	3,2	4,6	14,2	1,4	3,1	3,8
Maíz rojo	37,7	7,6	89,4	3,1	3,5	12,9	1,7	4,8	3,1
Trigo blanco	3,0	22,6	68,4	2,4	29,0	56,5	3,9	5,2	23,9
Trigo Candeal	29,4	27,3	74,4	2,6	22,8	48,1	4,5	6,5	17,2
Heno de alfalfa	85,1	16,2	57,1	2,1	44,0	56,0	8,0	11,0	29,0

MS: Materia Seca; Pt: Proteína Total; FDA: Fibra Detergente Ácido; FDN: Fibra Detergente Neutro. Datos corresponden a promedio de 4 muestras.

Se observan diferencias entre especies de acuerdo a lo que se expone a continuación:

## Proteína total (Pt )

En este parámetro se observan valores extremos de 34,7% en el caso de la lenteja y 7,6% para el maíz rojo. Con respecto a la lenteja, si bien presenta un elevado contenido proteico, es importante recordar que se trata de una leguminosa, lo que implica que al suministrar este forraje en cantidades elevadas puede provocar problemas de meteorismo en los animales. La misma situación se presenta en el caso del chícharo (32,1% de proteína). Por otra parte, dentro de las forrajeras no leguminosas, el trigo candeal presenta el mayor contenido proteico (27,3%), superando al heno de alfalfa (16%).

## Digestibilidad "in vitro" (%)

Con respecto a este punto, se observa un valor máximo de 93% para el chícharo y mínimo de 45,8% para la avena. Probablemente este valor está influenciado por la presencia de granos no germinados en la muestra. Lenteja se presenta con uno de los mayores valores, lo que, sumado al valor proteico, la muestra como una buena alternativa para proveer proteínas. Si se busca una alternativa no leguminosa, para evitar el riesgo de meteorismo, de buena disponibilidad de proteínas y alta digestibilidad, resalta el trigo candeal.

## Energía Metabolizable (Mcal/kg)

El mayor valor lo presenta el maíz amarillo (3,2 Mcal/kg) y el menor valor lo presenta la avena (1,7 Mcal/kg). Al contrastar el aporte energético con la digestibilidad, la relación que implica un mayor aporte al animal la presentan el maíz rojo y maíz amarillo, con los mayores valores de energía y de digestibilidad.

## Fibra detergente ácido (FDA)

La FDA corresponde a la pared celular, sin la hemicelulosa, y contiene la fracción lignina y celulosa. Esta última es digestible en la medida que no esté asociada a la lignina, la cual es indigestible. El mayor valor lo presenta la avena, con un 33,1% y el mínimo corresponde a 3,5%, presentado por el maíz rojo. Al momento de contrastar con la lignina, la avena presenta el mayor contenido y el maíz amarillo el menor.

## Fibra detergente neutro (FDN)

La FDN corresponde a la pared celular (hemicelulosa, celulosa y lignina), lo que representa la parte fibrosa del forraje. El contenido de FDN se correlaciona negativamente con el consumo del alimento, por lo tanto, un valor excesivo de FDN determinará un menor consumo del forraje por parte del animal. En este análisis, el mayor valor de FDN lo presenta la avena y el menor corresponde al maíz rojo.

## Cenizas (%)

Ésta es la medición de la totalidad de los minerales presentes en el forraje. De lo observado, se desprende que el mayor valor lo presenta el alpiste y el menor valor lo presenta el maíz amarillo.

Las alternativas forrajeras con una buena composición nutricional son lentejas, chícharo, alpiste y los trigos.

Una vez analizado el contenido de cada nutriente de las diferentes alternativas forrajeras, se puede determinar el costo de cada unidad de nutriente. Esta información, permitirá la elección de la alternativa más adecuada en la relación costo/aporte nutricional, para la elaboración de una ración de acuerdo a los requerimientos de los animales para el cumplimiento del objetivo del productor.

A continuación, se presenta la valorización de cada unidad de nutriente de las nueve alternativas forrajeras analizadas (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Costo unitario de los nutrientes aportados por cada una de las alternativas forrajeras analizadas.

Especie	\$/kg MS <sup>1</sup>	Proteína Total (\$/kg)	Energía Metabolizable (\$/Mcal)
Avena	349	2.398	201,1
Alpiste	4.563	19.554	1.922,5
Lenteja	7.033	19.755	2.620,9
Chícharo	4.017	12.713	1.286,2
Trigo blanco	776	3.500	337,4
Trigo Candeal	505	1.783	204,0
Cebada	1.107	7.722	541,7
Maíz amarillo	838	10.391	268,9
Maíz rojo	1.486	19.055	500,4
Heno de alfalfa	332	2.049	161,2

<sup>1</sup>Para un módulo de 40 bandejas, no considera costo de mano de obra.

Dada la composición nutricional de las especies analizadas, su costo de producción y/o adquisición y el valor por nutriente, la alternativa de mayor viabilidad, desde el punto de vista económico, lo constituye el heno de alfalfa. No obstante, si se

busca generar producción propia de forraje con recursos hídricos limitados, como complemento a la producción de la pradera natural, serían alternativas los cultivos de forraje verde hidropónico de avena, seguido del trigo y trigo blanco.

Permitida la reproducción total o parcial de esta publicación citando la fuente y el autor.

La mención o publicidad de productos no implica recomendación INIA.

Editora: Erica González Villalobos egonzalez@inia.cl.

INIA Intihuasi, Colina San Joaquín s/n, La Serena - Fono: (56-51) 2223290 - Anexo 2134

[www.inia.cl](http://www.inia.cl)

Año 2018  
**INFORMATIVO N° 79**

