

## Nutrición proteica de la vaca lechera

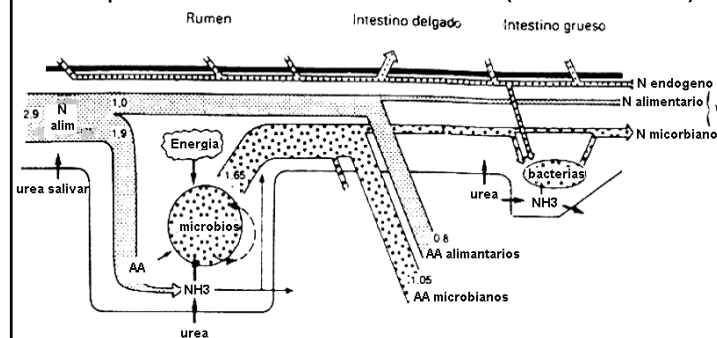


DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL Y PASTURAS  
FACULTAD DE AGRONOMIA-UDELAR



## Nutrición proteica

### Esquema de utilización de la PB en el rumiante (vaca lechera de 30 l/d)



Los AA libres en sangre constituyen la principal forma de transporte del nitrógeno (N) en el organismo. Pueden ser:

- utilizados como unidad de base para la síntesis de proteína
- degradados totalmente para proveer energía
- degradados parcialmente para participar en la síntesis de glucosa

## Nutrición proteica

### ◆ Sistemas de predicción del valor proteico de los alimentos

Desde fines de los años 70, un conjunto de nuevos sistemas para predecir los requerimientos en proteína de los rumiantes ha sido publicados, tanto en Estados Unidos como en Europa (MP (ARC 1980), PDI (INRA 1978), API (Suisa 1979), AAT-PBV (Escandinavo 1985), AP (NRC 1985))

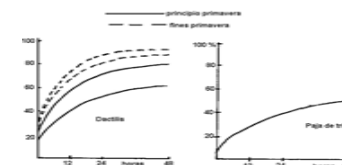
Todos ellos están basados en los mismos conceptos:

- proteína bruta degradable (estimada por la degradabilidad *in sacco*)
- proteína bruta no degradable o by-pass: proteína de origen alimentario entrante en intestino (estimada como PB x (1-deg))
- proteína bruta microbiana: estimada a partir de la energía disponible en rumen, y expresada en función de : - EM o EN (MJ/d) (NRC)  
- MOF o MOD (kg/d) (INRA)

## Nutrición proteica

### ◆ Degradación microbiana de los alimentos en el rumen

Las enzimas de los microorganismos del rumen degradan gran parte de la proteína en elementos más simples: péptidos, AA y amoníaco (NH<sub>3</sub>)



La importancia de la degradación de la proteína bruta es variable, y depende de:

- la degradabilidad del alimento (característica del alimento)
- la intensidad de la actividad microbiana
- el tiempo de retención del alimento en el rumen



La degradabilidad teórica del alimento se ajusta por la siguiente ecuación:  
deg (%) = a + b \* (kd / kd+kp)  
(Orskov y McDonald, 1979)

## Nutrición proteica

### Síntesis microbiana de proteína en el rumen

#### a) Utilización de la energía en el rumen

El crecimiento microbiano está determinado por la cantidad de energía disponible, es decir por la cantidad de materia orgánica fermentada. La materia orgánica fermentada en rumen representa más del 75 % de la materia orgánica digestible (MOD).

La materia orgánica fermentada corresponde a los constituyentes intracelulares (glucidos solubles, almidón, proteína degradable) y a la fracción degradable de las paredes celulares (celulosa, etc.)

Sin embargo, las grasas (extracto etéreo, EE) de la ración no participan en el suministro de energía.

La cantidad de materia orgánica "fermentable" (MOF) puede ser definida como:

$$\text{MOF} = \text{MOD} - \text{PB} * (1 - \text{deg}) - \text{EE}$$

## Nutrición proteica

### Síntesis microbiana de proteína en el rumen

#### b) Utilización de la proteína bruta degradada

Las formas nitrogenadas simples como los AA y el NH<sub>3</sub> provenientes de la degradación, pueden ser utilizados por los microbios para sintetizar proteína (crecimiento bacteriano), o ser absorbido a través de la pared del rumen, en el caso del NH<sub>3</sub>.

La captación global del N alimentario degradado (inmediata + diferida vía reciclaje) por las bacterias es en general alta pero no total. Se admite el valor de 90% como potencial máximo, y en el caso del N proveniente del aporte de urea en la dieta, este valor es menor, 80%.

## Nutrición proteica

### Síntesis microbiana de proteína en el rumen

#### c) Digestibilidad de la proteína en el intestino y absorción

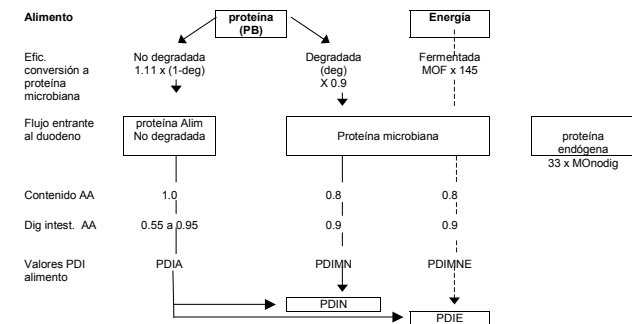
La digestión de la proteína en el abomaso y en el intestino delgado es similar a la de los monogástricos. Las proteínas son hidrolizadas en péptidos por las enzimas pancreáticas, hasta AA por las enzimas de la pared del intestino

En el intestino delgado, la digestibilidad real de los AA microbianos es bastante constante y cerca del 80% (Allison 1970, Salter y Smith 1977)

Las proteínas alimentarias no degradadas en rumen tienen una digestibilidad que varía entre 50 a 95% para los alimentos comunes, según su origen

## Nutrición proteica

### Diagrama de la evaluación del valor proteico de los alimentos en el sistema PDI

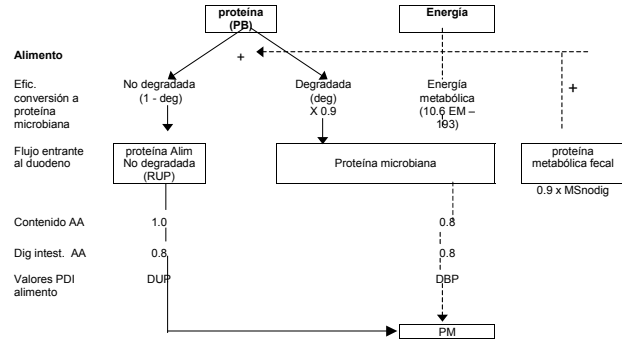


⇒ se retiene el valor menor entre:

PDIN (PDIA + PDIMN) y PDIE (PDIA + PDIME)

## Nutrición proteica

### Diagrama de la evaluación del valor proteico de los alimentos en el sistema NRC



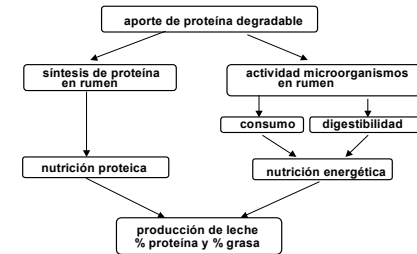
## Nutrición proteica

### Niveles de suministro de proteína y consecuencias sobre la performance animal

#### Aporte de N degradable en rumen

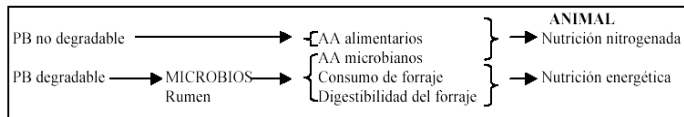
En la vaca lechera, la interconexión entre el metabolismo de la energía y del nitrógeno es importante. Es así que el aporte de proteína degradable tendrá efecto tanto en la nutrición proteica como en la nutrición energética.

#### Efecto del aporte de proteína degradable sobre la nutrición de la vaca lechera



## Nutrición proteica

#### Aporte de N degradable en rumen



El agregado de proteína degradable a una ración carenciada en proteína conduce a mejorar tanto la nutrición proteica como la nutrición energética, por lo cual tiene un efecto de mejoría notorio a nivel de la producción de leche.

## Nutrición proteica

#### Efecto del contenido de PB del suplemento sobre la producción y la composición de la leche de vacas con una dieta base carenciada en proteína

	Rearte y Baker (1990)		Delagarde et al (1999)	
	Dieta base raigrás maduro (11% PB)		Dieta base raigrás maduro (11% PB)	
	Maíz (8% PB)	Afrechillo trigo (17% PB)	0	3 kg Torta Soja
Leche (kg/d)	10.4	12.2	19.6	24.8
Proteína (g/kg)	30.4	31.7	29.5	30.6
Proteína/día	316	387	566	740
Grasa (g/kg)	32.0	34.0	39.4	38.0
Grasa /día	333	415	770	929
pH ruminal	6.57	6.40	6.2	5.9
NH3 (mg/l)	36	46	15	27

En una dieta base carenciada en proteína (menos de 14% PB), el suministro de un suplemento con mayor contenido proteico (y altamente degradable) mejora la respuesta en producción de leche al mejorar tanto la nutrición energética (consumo y digestibilidad de la dieta).

## Nutrición proteica

### Efecto del agregado de urea en la digestibilidad de la ración y en la producción de leche

Aporte de urea (g/d)	Ensayo 1				Ensayo 2		
	0	50	115	180	0	70	145
<b>Consumo kg MS/d</b>							
Ensilaje maíz	8.3	8.9	8.8	8.9	10.3	10.4	10.4
Alimento concentrado	4.2	4.3	4.4	4.4	4.4	4.4	4.3
torta protegida	0.34	0.33	0.36	0.35	0.36	0.36	0.36
<b>Contenido PB (%MS)</b>	11.4	12.2	13.7	15.2	11.2	12.6	14.1
<b>Digestibilidad de la MS (%)</b>	63.0	65.2	66.1	67.9			
<b>Producción de leche 4% (kg/d)</b>					17.3	17.6	18.1
<b>Variación de peso (corregido) (g/d)</b>					-96	+12	-19

⇒ Es la corrección más barata de la dieta !

## Nutrición proteica

### ◆ Gasto energético asociado a la detoxificación del NH<sub>3</sub> en hígado

#### Amonio y energía

Oscar. N. Di Marco y Mario S. Aello (2005).  
Rev. Angus, Bs. As., 229:110-116.

Según los antecedentes bibliográficos, el amonio podría afectar el gasto de energía por 2 mecanismos diferentes. Primero, en forma directa debido al costo de la síntesis de urea (ureogénesis). Segundo, indirectamente aumentando el peso de los órganos y tejidos viscerales, que son de alta intensidad metabólica

Se introdujeron 30 y 60 g de urea vía fístula ruminal a novillos que consumían un silaje de baja calidad y se midió el gasto de energía por medio de la técnica de la tasa de dilución del <sup>14</sup>C. La radioactividad del CO<sub>2</sub> se midió en muestras de orina.



## Nutrición proteica

Con el agregado de urea se logró aumentar en forma inmediata el amonio ruminal, llegándose a valores de hasta 67,4 mg/dl. En esas condiciones, el gasto energético medido en el momento de máxima detoxificación del amonio absorbido, no fue afectado

Tratamiento	Amonio ruminal (mg/dl)	Gasto energético kcal/hora para un novillo de 300 kg
Testigo (sin urea)	4,0	270
Con 30 g de urea	39,4	270
Con 60 g de urea	67,4	272

Esto indica que el costo energético de la síntesis de urea no es de tal magnitud como para aumentar el costo energético total de los animales. Estos datos coinciden con los resultados publicados por Huntington y Archibeque (1999)

Con respecto al tamaño de las vísceras, el efecto crónico de una alta concentración de amonio ruminal aumentó el peso del hígado (+11 %), posiblemente debido al mayor trabajo hepático para la detoxificación del exceso de amonio. Sin embargo, dicho exceso de amonio no produjo cambios en su actividad metabólica, ni en la del tejido intestinal

## Nutrición proteica

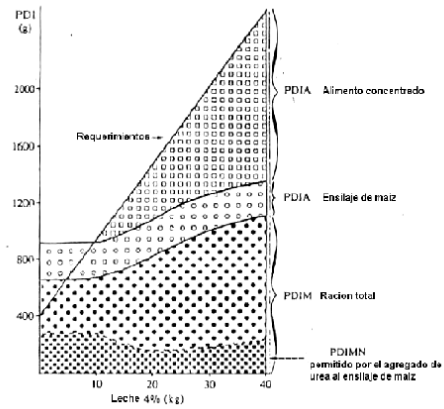
### ◆ CONCLUSIONES

Los nuevos sistemas de predicción de la alimentación proteica para ruminantes centran la atención en:

- la necesidad de proveer a los microbios del rumen con cantidades adecuadas y equilibradas de N degradable y energía fermentable. Permiten calcular en que situaciones en particular se puede esperar un efecto benéfico por el agregado de N no proteico a la dieta para que el N degradable en rumen no sea limitante.

- un enfoque racional para comparar el valor proteico real de los alimentos, en particular diferenciando los aportes de origen alimentario (PDIA, UCP) y de origen microbiano (PDIM, DCP). Este enfoque permite analizar cuanta proteína de sobrepeso es necesario suministrar para cubrir los requerimientos de los animales de alta producción luego de descontar el aporte de proteína microbiana (energía fermentable+ N degradable en rumen).

## Nutrición proteica



Vacas lecheras de 800 kg, consumiendo 13 kg de ensilaje de maíz con agregado de urea

Por ej. una dieta a base de ensilaje de maíz (corregido con urea), cubre la producción de leche (+ mantenimiento) de 10 a 15 litros de leche, por lo cual para producciones mayores será necesario complementar la dieta con cantidades crecientes de suplemento que además de aportar la energía extra para producción, aporte proteína de sobrepaso con alta digestibilidad intestinal para cubrir los requerimientos en AA para la producción de leche.