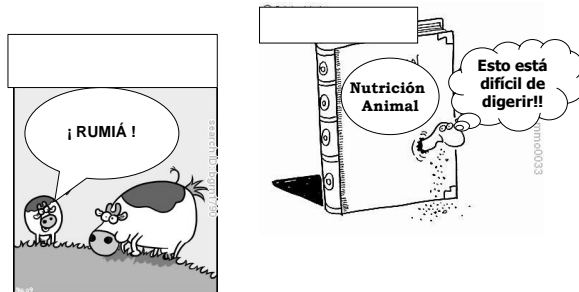


Tema 7 : Digestión de nutrientes y Digestibilidad

María de Jesús Marichal

2011



Digestión

✓ **Procesos fisiológicos por los cuales las macromoléculas que componen la materia seca de los alimentos se transforman en unidades absorbibles.**

✓ **Procesos mecánicos y enzimáticos.**

Nutrición : Alimentación....¿Qué interesa conocer de los procesos de digestión de los alimentos?

Disponibilidad de nutrientes en el TGI de los animales.

¿Cómo se cuantifica la disponibilidad de nutrientes en el TGI?

En la totalidad del TGI

***In vivo*: Pruebas convencionales**

In vitro: Pruebas de laboratorio

En los distintos compartimentos del TGI

Rumiantes : Técnicas *in situ*

Cerdos: Digestibilidad ileal

Digestibilidad *in vivo*



In vivo

- ✓ Pruebas convencionales con animales
- ✓ Método directo
- ✓ Colección total de heces
- ✓ Jaulas metabólicas
- ✓ Miden la eficiencia de la digestión en la totalidad del TGI

Método de Referencia

Jaulas 'metabólicas' usadas para pruebas de digestibilidad y balance en cerdos de 25-90 kg



Jaula metabólica para cerdos



Jaula metabólica para cerdos



Vista posterior de jaula metabólica durante prueba de balance



Prueba convencional : Cerdos

Adaptación:

a estrés de la jaula y a alimento/ración

duración : 1 sem

Medición de consumo y Colección de heces

duración: 5 d

¿Qué información se obtiene?

- Alimento Consumido
- Heces excretadas

¿Cómo se cuantifica la disponibilidad de nutrientes?

Índice : Digestibilidad

Digestibilidad

Proporción de lo consumido (MS o fracción) que no aparece en las heces

Representa la proporción de la MS (o fracción) disponible para absorber.

$$\text{Digestibilidad} : \frac{\text{consumo} - \text{heces}}{\text{consumo}} \times 100$$

Digestibilidad

- ✓ Es un indicador del valor nutritivo de un alimento
- ✓ Estima la eficiencia de digestión de un alimento
- ✓ Es un predictor de la performance animal (función tanto de las características del alimento como del animal)

DIGESTIBILIDAD

Se asume:

1. Lo que no aparece en las heces es digerido y absorbido
2. Todo lo que aparece en las heces es alimento indigerido (digestibilidad aparente)
3. La digestibilidad de una mezcla de alimentos es igual al promedio ponderado (de las proporciones en que se integran en la mezcla) de las digestibilidades de los alimentos individuales (Aditividad)

¿Origen de la MS que componen las heces?

- ✓ Alimento no digerido
- ✓ Secreciones endógenas: enzimas, bilis, células epiteliales
- ✓ Microorganismos

Digestibilidad Aparente vs Verdadera

Digestibilidad aparente y digestibilidad verdadera (real) de un alimento

$$\text{Ap.} = \frac{(\text{MS alimento} - \text{MS heces}) * 100}{(\text{MS alimento})}$$

$$\text{Real} = \frac{(\text{MS alim} - \text{MS heces de origen alimentario}) * 100}{(\text{MS alimento})}$$

Dig real > Dig aparente.

DIGESTIBILIDAD

Se asume:

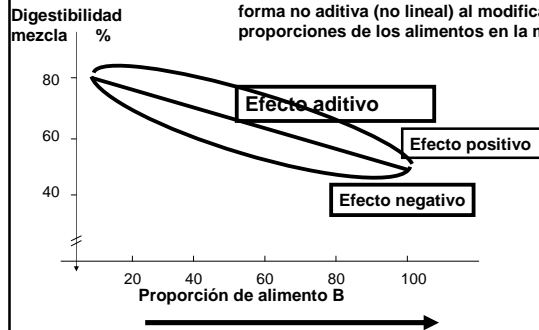
1. Lo que no aparece en las heces es digerido y absorbido

2. Todo lo que aparece en las heces es alimento indigerido (digestibilidad aparente)

3. La digestibilidad de una mezcla de alimentos es igual al promedio ponderado (por las proporciones en que se integran en la mezcla) de las digestibilidades de los alimentos individuales (Aditividad)

Digestibilidad asociativa

Digestibilidad "asociativa": digestibilidad de una mezcla de 2 o más alimentos varía en forma no aditiva (no lineal) al modificarse las proporciones de los alimentos en la mezcla



Digestibilidad y consumo de rastrojo de soja tratado (NaOH), heno de alfalfa y sus mezclas en capones

Rastrojo de soja	100	70	30	0
Heno de alfalfa	0	30	70	100
Digestibilidad de la FDN, %				
• Observado	35 b	45 c	42 c	41 c
• Esperado	-	37	39	-
Consumo MS, g/kg PV ^{0.75} /d				
• Observado	40 a	73 b	90 c	107 d
• Esperado	-	60	87	-

Esperado: medias ponderadas calculadas a partir de los forrajes dados solos

a, b, P ≤ 0.05

Soofi et al, 1981

Digestibilidad asociativa positiva

Nivel de grano y digestibilidad

Diets	Solo ensilaje		Ensilaje + grano		Grano
	Inmaduro	Maduro	Inmaduro	Maduro	
Grano (%)	20	46	73	82	100
Composición química, % BS					
MS	24	37	65	71	89
PC	12	11	13	12	13
FDN	57	42	29	23	13
Almidón	8	34	48	56	67
Digestibilidad, % *			E** O**	E** O**	
MS	68	67	79	78	84
FDN	64	49	61	53	54

*Efecto cuadrático: P < 0.01

**O: observado; E: esperado

Joanning et al. 1981

Digestibilidad asociativa negativa

¿Cómo se cuantifica la disponibilidad de nutrientes en el TGI?

En la totalidad del TGI

In vivo: Pruebas convencionales

In vitro: Pruebas de laboratorio

En los distintos compartimentos del TGI

Rumiantes: Técnicas in situ

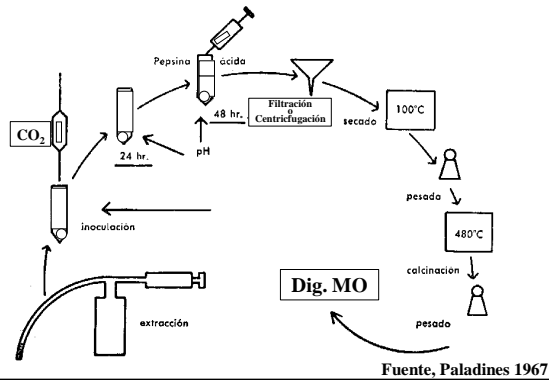
Cerdos: Digestibilidad ileal

In vitro

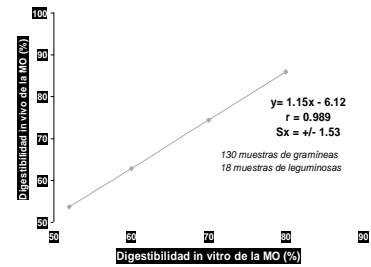
Pruebas en laboratorio

- Tilley & Terry (1 y 2 fases)
- 2 fases Van Soest
- Utilización de enzimas

In vitro: Tilley & Terry (2 fases).1963

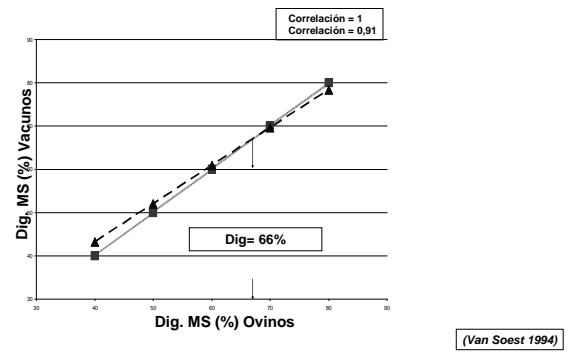


Relación entre las digestibilidades in vitro e in vivo en pastos secos (Tilley and Terry, 1963)

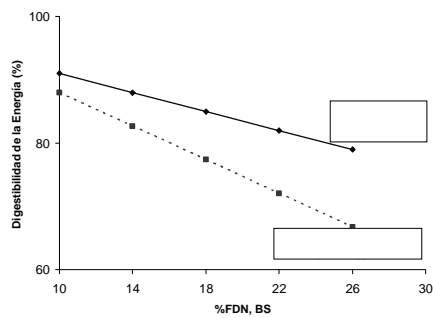


¿Qué información podemos obtener a partir de una prueba de digestibilidad?

BOVINOS vs. OVINOS: Digestibilidad de la MS de bovinos y ovinos



Cerdos : categoría y digestibilidad de la energía.



Efecto de la molienda del forraje y del nivel de consumo en la digestibilidad aparente y retención de la digesta en la totalidad del TGI

	Nivel de consumo	Dig. ap. MO, %	Dig. ap. FC, %	Tiempo medio de retención, h
Heno picado	1.0	83	85	110
	2.0	82	85	87
	2.6	81	84	73
	3.1	81	82	61
Heno molido y peleteado	1.0	81	79	70
	2.0	76	67	58
	2.6	74	59	50
	3.1	71	51	44

Heno de gramíneas. Molido: 0.32 cm

Walsh and Thomas, 1971

Efecto del tamaño de partícula y del peleteado en la digestibilidad en cerdos

	Harina		Peleteado		Contraste	
	1	0.4	1	0.4	1	2 y 3
Digestibilidad aparente %						
• N	73	80	79	84	*	*
• Energía	78	84	83	88	*	*

* P < 0.05

(1): Harina vs Peleteado
 (2, 3): contrastes dentro de (2): harina, (3): peleteado
 Cerdos. Peso 55 a 114 kg
 Maíz grano : 83% , Molienda: 1, 0.8, 0.6, 0.4 mm

Wondra et al, 1995

Procesamiento de los alimentos

Algunos tipos de procesamiento:

- disminución del tamaño de partícula
- aplicación de presión y aglutinante
- aplicación de temperatura y vapor
- aplicación de temperatura, vapor y presión
- tratamientos químicos

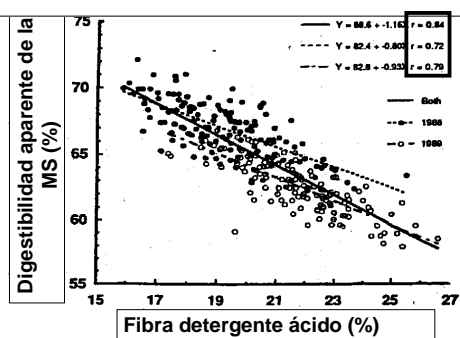
En gral, todo proceso que aumenta la disponibilidad de nutrientes a nivel del TGI van a tener un efecto \uparrow en la digestibilidad, aunque ese efecto puede ser diferente en función de la tasa de pasaje (tiempo de retención), efecto animal, salud animal, tipo de dieta que está siendo sometida al procesamiento.

Falaris: Madurez, Composición química (%BS) y Valor nutritivo

Parámetro	Estado de madurez		
	I	II	III
PC	26	20	11
CHO totales	62	74	79
CHO sol	21	15	11
CHO estr.	41	59	68
Lig	3	4	7
Dig MO, %	80 a	73 b	54 c
Cons MO, g/kg PV0.75/d	61 a	54 b	46 c
Cons MOD, g/kg PV0.75/d	49 a	39 b	25 c

Church, 1988

RELACION ENTRE DIGESTIBILIDAD APARENTE Y CONCENTRACION FDA EN PLANTAS DE MAÍZ



From: Van Soest (1994).

Correlaciones de componentes químicos de forrajes de diversas especies y digestibilidad in vivo (Van Soest et al., 1987)

Componente	Digestibilidad
Proteína cruda	+ 0.44
Celulosa	- 0.56
Hemicelulosa	- 0.12
FDA	- 0.75

Efecto de la fuente de fibra en la digestión en cerdos

Fuente	Rango de FC	Disminución (%) de la dig. de la energía por unidad de aumento de FC
Afrecillo de trigo	2 - 8	2.3
Pulpa de remolacha	5 - 8	1.3

Fernandez y Joergensen, 1986

Efecto de altas temperaturas ambientales en la digestibilidad del alimento en parrilleros Bonnet et al, 1997. Animales expuestos por 2 semanas a 32 o 22 °C

Variable	22 °C	32 °C	
Digestibilidad(%)			< TGI
Materia Seca	78 ^a	69 ^b	< sup vellosidades
Proteína	83 ^a	80 ^b	< absor. aa
Lípidos	89	88	
Almidón	95	96	
Consumo (g/d)	159 ^a	105 ^b	< flujo sanguíneo
Ganancia (g)	1084 ^a	715 ^b	

a,b: P < 0,05

¿Cómo se cuantifica la disponibilidad de nutrientes en el TGI?

En la totalidad del TGI

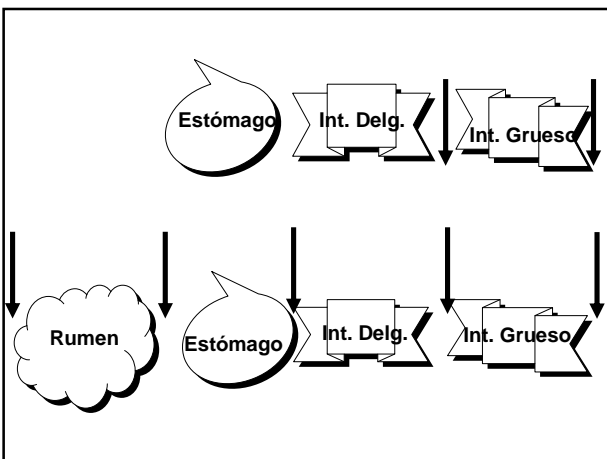
In vivo: Pruebas convencionales

In vitro: Pruebas de laboratorio

En los distintos compartimentos del TGI

Rumiantes : Técnicas *in situ*

Cerdos: Digestibilidad ileal



Digestibilidad de la MO y la celulosa de una pastura picada (McDonald, 1995)

Digestibilidad (%)	MO	Celulosa
Reticulo-rumen	52	80
Intestino delgado	27	2
Intestino grueso	4	5
TOTAL	83	87

Ovinos con cánulas en duodeno e íleon terminal

¿Qué permitió estudiar?

Cuantificar la digestión parcial en el reticulo-rumen, intestino delgado e intestino grueso.

Rumiantes: ***In situ***

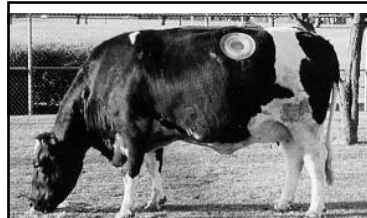
Estudios en el “lugar” de la digestión

Animales fistulados y canulados

Bolsas de poliéster: muestras de alimentos

Rumen : Técnica “in sacco”

Intestino : Técnica de la bolsa móvil

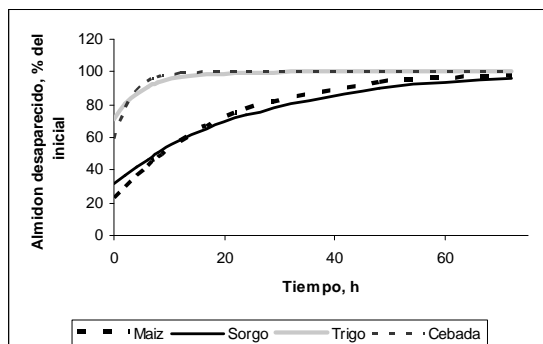


Degradabilidad

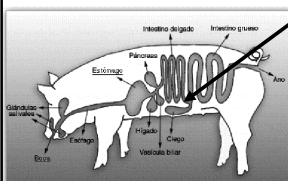


¿Qué información podemos obtener a partir de una prueba in situ?

Granos de Cereales: Cinética de la degradación del almidón en el rumen



Cerdos: Digestibilidad ileal Colecta de la digesta en el íleon



Huisman et al., 1985

En RESUMEN...

¿De qué hablamos?

Medición de la eficiencia de los procesos de digestión en la totalidad o en compartimentos específicos del TGI

Factores que inciden en la utilización digestiva de los alimentos ingeridos por los animales

Factores relacionados a.....

Los alimentos

- > Forrajes : edad de las plantas
- > Composición química: concentración y características de los componentes químicos
- > Procesamiento
- > Interacción entre compuestos en raciones mixtas

Los animales

- > Especie
- > Desarrollo fisiológico : edad
- > Consumo

El ambiente

- > Temperatura

Lectura Obligatoria

■ Manual de Teórico – Práctico

■ Capítulo 2 : Digestibilidad

**MUCHAS
GRACIAS!**