

ALIMENTACIÓN ESTRATÉGICA DE VACAS EN PASTOREO





TERNEROS

CARNE

LECHE

=

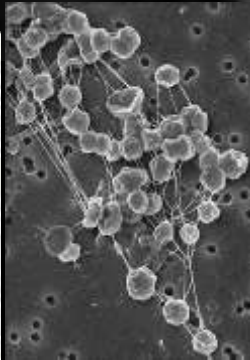
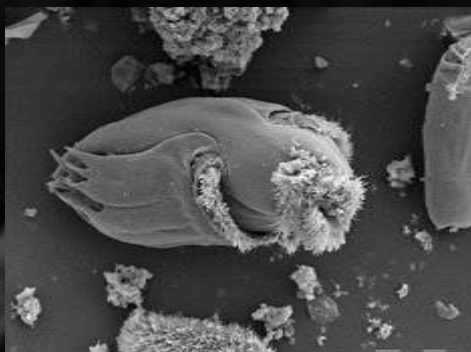
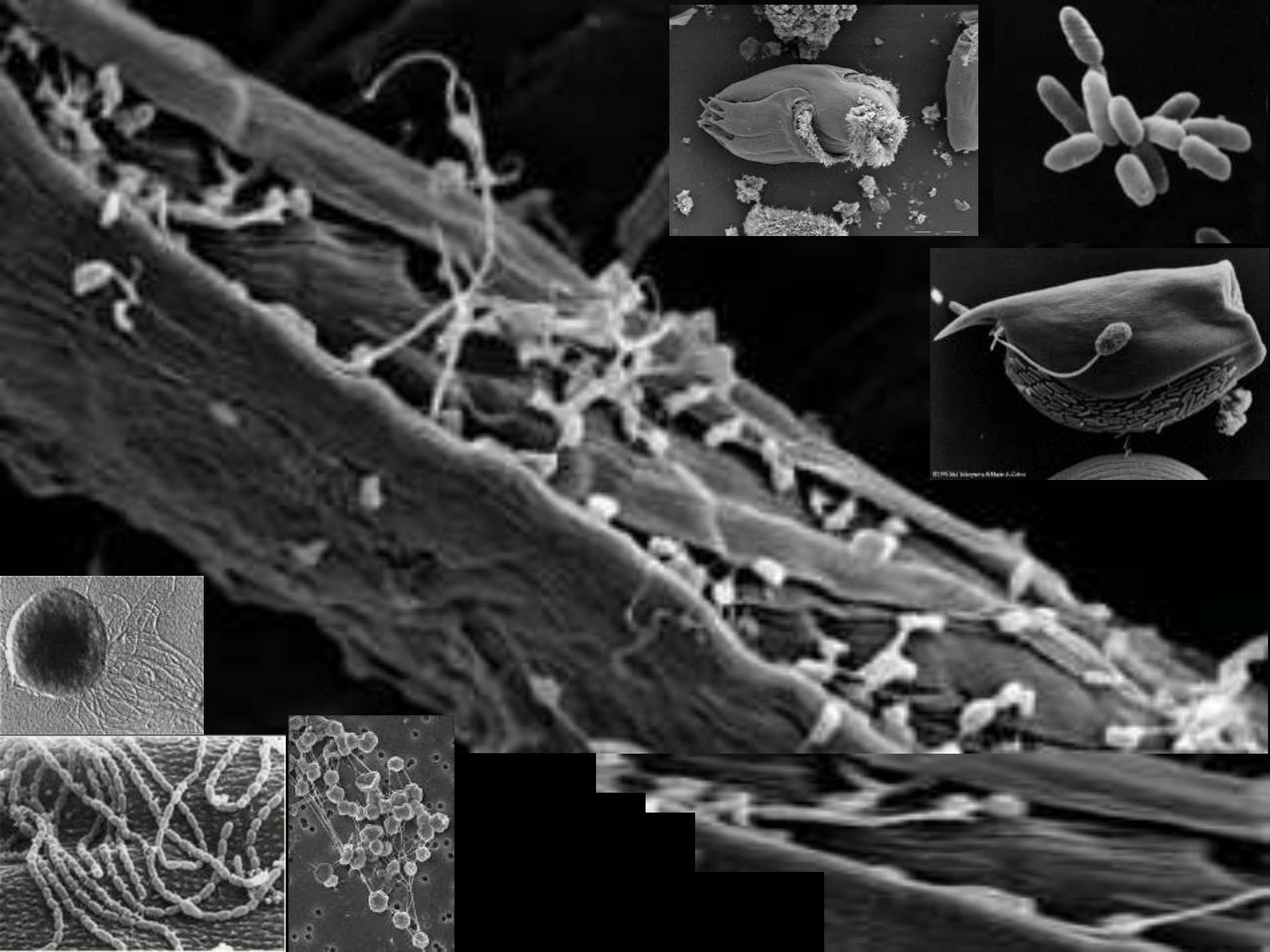


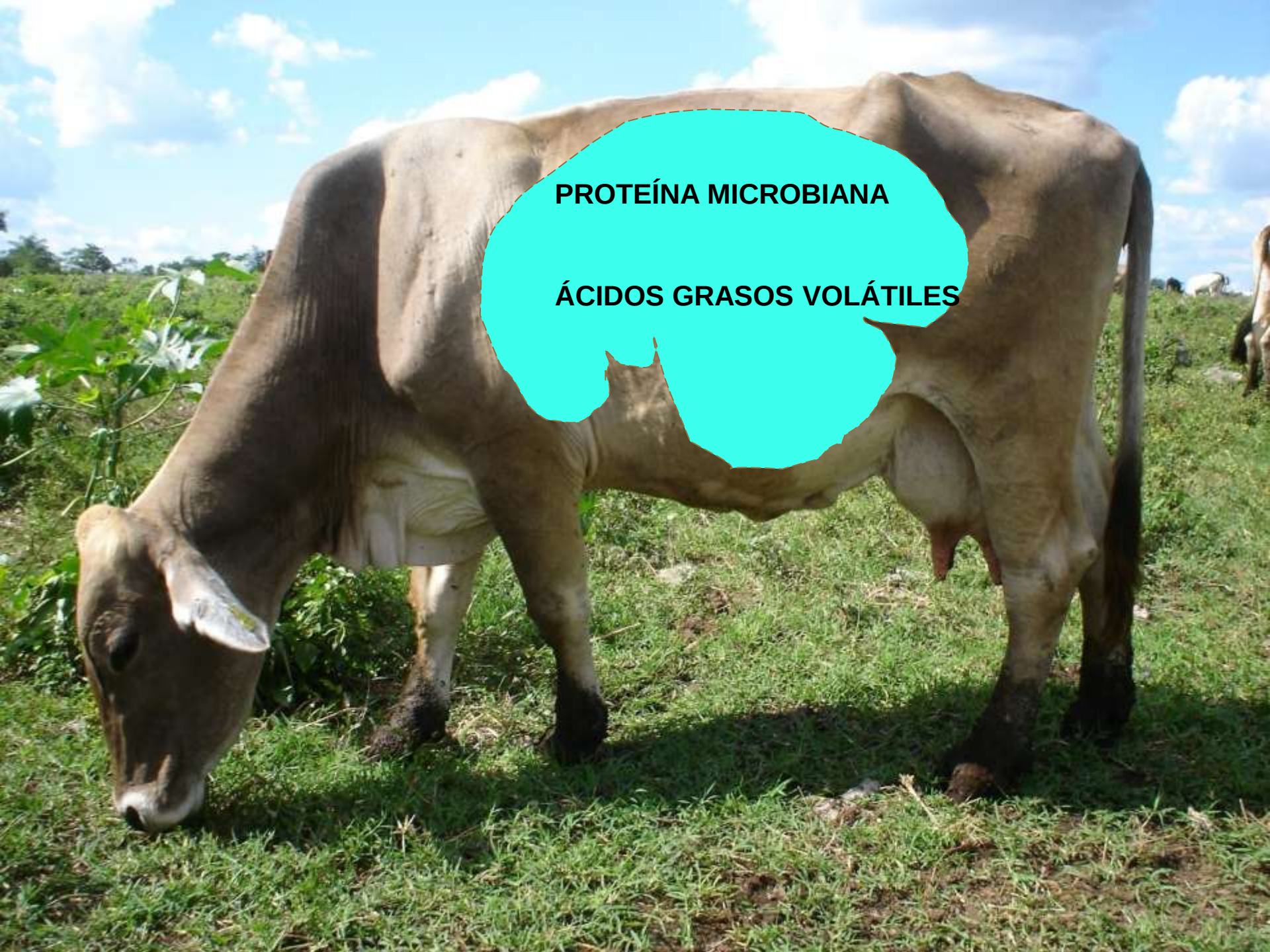
+ Plata











PROTEÍNA MICROBIANA

ÁCIDOS GRASOS VOLÁTILES

Consumo de pasto y de suplemento



Pasto



Suplemento

Consumo



Animal

¿QUÉ SIGNIFICA “VALOR NUTRITIVO”?

- **Composición química** (proteína cruda, FDN, EM MJ/kg MS; proteína metabolizable (g))
- **Consumo** de materia seca: kg/día; kg de MS como % del peso vivo
- **Digestibilidad** aparente/**degradabilidad ruminal** de la materia seca, proteína cruda, fibra detergente neutra
- **Eficiencia** de conversión alimenticia (alimento a leche/carne)
- **Ganancia** de peso/**producción** de leche (kg/d; kg/ha)

COMPOSICIÓN DE LOS ALIMENTOS						
Materia Prima		En base seca				
		MS (%)	EM (Mcal/kg)	PC (%)	Ca (%)	P (%)
Angleton						
	32 d	23	2.17	9.7	0.63	0.17
	45 d	25	2.03	7.1	0.40	0.15
	56 d	26	1.79	5.5	0.40	0.12
Brach. Brizantha						
	Joven	22	2.13	11.4		
Buffel						
	25 d	16	2.25	17.3	0.37	0.48
	32 d	18	2.08	13.7	0.37	0.44
	39 d	20	2.06	11.4	0.37	0.38
	46 d	22	1.98	9.0	0.37	0.31
	53 d	25	1.89	8.0	0.37	0.28
Estrella						
	31 d	26	1.98	11.4	0.64	0.27
	45 d	28	1.89	7.5	0.64	0.16
Guinea						
	21 d	18	2.27	17.1	0.54	0.41
	28 d	19	2.22	15.5	0.54	0.40
	35 d	19	2.06	12.4	0.54	0.39
	42 d	22	1.98	10.9	0.54	0.37
	49 d	25	1.96	9.8	0.54	0.35
	56 d	27	1.91	8.8	0.54	0.34
Pangola						
	22 d	20	2.27	11.4	0.61	0.40
	31 d	23	2.10	10.2	0.61	0.26
	45 d	26	2.08	10.0	0.61	0.22
Pará						
	31 d	19	2.01	15.0	0.48	0.44
	38 d	19	1.96	13.2	0.48	0.44
	45 d	21	1.96	10.6	0.48	0.40
	52 d	23	1.94	9.7	0.48	0.39
	59 d	24	1.84	8.5	0.48	0.37

Fracciones de carbohidrato y proteína y tasas de digestión ruminal de algunos pastos tropicales cosechados en Veracruz (Juárez-Lagunes et al, 1999)

	Pasto				
	<i>Cynodon plectostachyus</i>	<i>Digitaria decumbens</i>	<i>Andropogon gayanus</i>	<i>Brachiaria brizantha</i>	<i>Panicum maximum</i>
Materia seca %	26.7	26.8	25.0	23.0	22.5
FDN % MS	74.7	70.0	70.2	66.1	69.3
Lignina % FDN	7.5	7.3	6.1	5.6	6.2
PC % MS	8.0	7.0	8.6	8.9	7.4
Solubilidad % de la PC	35.6	36.7	20.4	42.5	31.0
Extracto etéreo % MS	1.3	1.8	2.0	2.3	2.5
Ceniza % MS	9.0	8.0	8.0	9.3	11.0
FDN no disponible % MS	13.4	12.3	10.3	8.9	13.3
FDN disponible % MS	58.1	55.5	55.7	56.0	56.4
Tasa de digestión %/h					
Carbohidrato no estructural % MS (CHO A + B1)	13.2	22.4	13.8	27.4	8.6
FDN disponible (CHO B2)	3.8	5.2	7.3	8.4	6.8

Concentraciones de PC y FDN (%) de los pastos durante la sequía (mayo) en la región Oriente de Yucatán

composición química

Pasto	MS	PC	FDN
Guinea seco	92.28	3.75	77.55
Taiwán fresco	35.52	5.44	77.93
Brachiaria verde	35.44	6.62	70.14
Guinea seco	79.38	2.59	77.92
Taiwán	59.05	4.49	71.91

Calidad del pasto según su concentración de energía metabolizable (EM) y proteína cruda (PC) (Martinez y Delgado, 1982).

	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo
EM (Mcal/Kg)	2.3	2.1	1.9	1.7	1.5
PC (%)	15	13	10	8	6

Requerimientos de energía y proteína de las vacas

	EM MJ	PC (g)	Ca (g)	P (g)
Mantenimiento de una vaca adulta				
400 kg peso	50.2	318	16	11
500 kg peso	59.4	364	20	14
600 kg peso	68.2	406	24	17
Producción de leche (por kg)				
Grasa (%)				
3.0	4.5	78	2.73	1.68
4.0	5.2	90	3.21	1.98
5.0	5.8	101	3.69	2.28

Requerimientos de Vacas Lecheras

a. Vacas adultas en pastoreo y sin variar de peso

Prod. Leche (Kg/día)	Grasa Leche (%)	Peso 400 kg					Peso 500 kg				
		Consumo (Kg MS)	EM Mcal	PC g	Ca g	P g	Consumo (Kg MS)	EM Mcal	PC g	Ca g	P g
6	3	9.4	20.8	786	32	21	10.4	23.4	832	36	24
	4		21.8	858	35	23		24.4	904	39	26
	5		22.8	924	38	24		25.4	970	42	28
8	3	10.1	23.0	942	38	24	11.2	25.6	988	42	27
	4		24.3	1038	42	27		26.9	1084	46	30
	5		25.6	1126	46	29		28.2	1172	50	32
10	3	10.8	25.1	1098	43	28	12.0	27.7	1144	47	31
	4		26.8	1218	48	31		29.4	1264	52	34
	5		28.4	1328	53	34		31.0	1374	57	37
12	3	11.5	27.2	1254	49	31	12.8	29.8	1300	53	34
	4		29.3	1398	55	35		31.9	1444	59	38
	5		31.2	1530	60	38		33.8	1576	64	41

Requerimientos de Vacas Lecheras

b. Vacas de segundo parto en pastoreo y ganado 0.5 kg/día

Prod. Leche (Kg/día)	Grasa Leche (%)	Peso 400 kg					Peso 500 kg				
		Consumo (Kg MS)	EM Mcal	PC g	Ca g	P g	Consumo (Kg MS)	EM Mcal	PC G	Ca g	P g
6	3	9.4	30.6	1138	34	22	10.4	33.4	1188	38	25
	4		31.6	1210	37	24		34.4	1260	41	27
	5		32.6	1276	40	25		35.4	1326	44	29
8	3	10.1	32.8	1294	40	25	11.2	35.6	1344	44	28
	4		34.1	1390	44	28		36.9	1440	48	31
	5		35.4	1478	48	30		38.2	1528	52	33
10	3	10.8	34.9	1450	45	29	12.0	37.7	1500	49	32
	4		36.6	1570	50	32		39.4	1620	54	35
	5		38.2	1680	55	35		41.0	1730	59	38
12	3	11.5	37.0	1606	51	32	12.8	39.8	1656	55	35
	4		39.1	1750	57	36		41.9	1800	61	39
	5		41.0	1882	62	39		43.8	1932	66	42



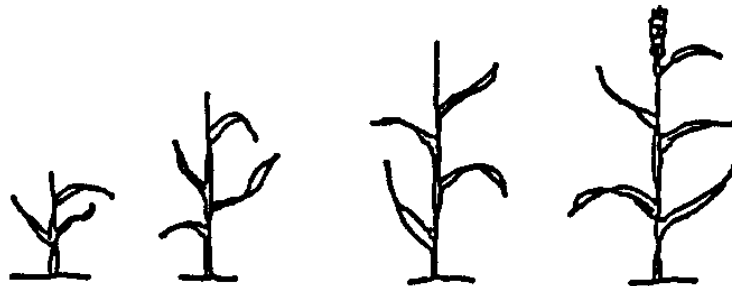
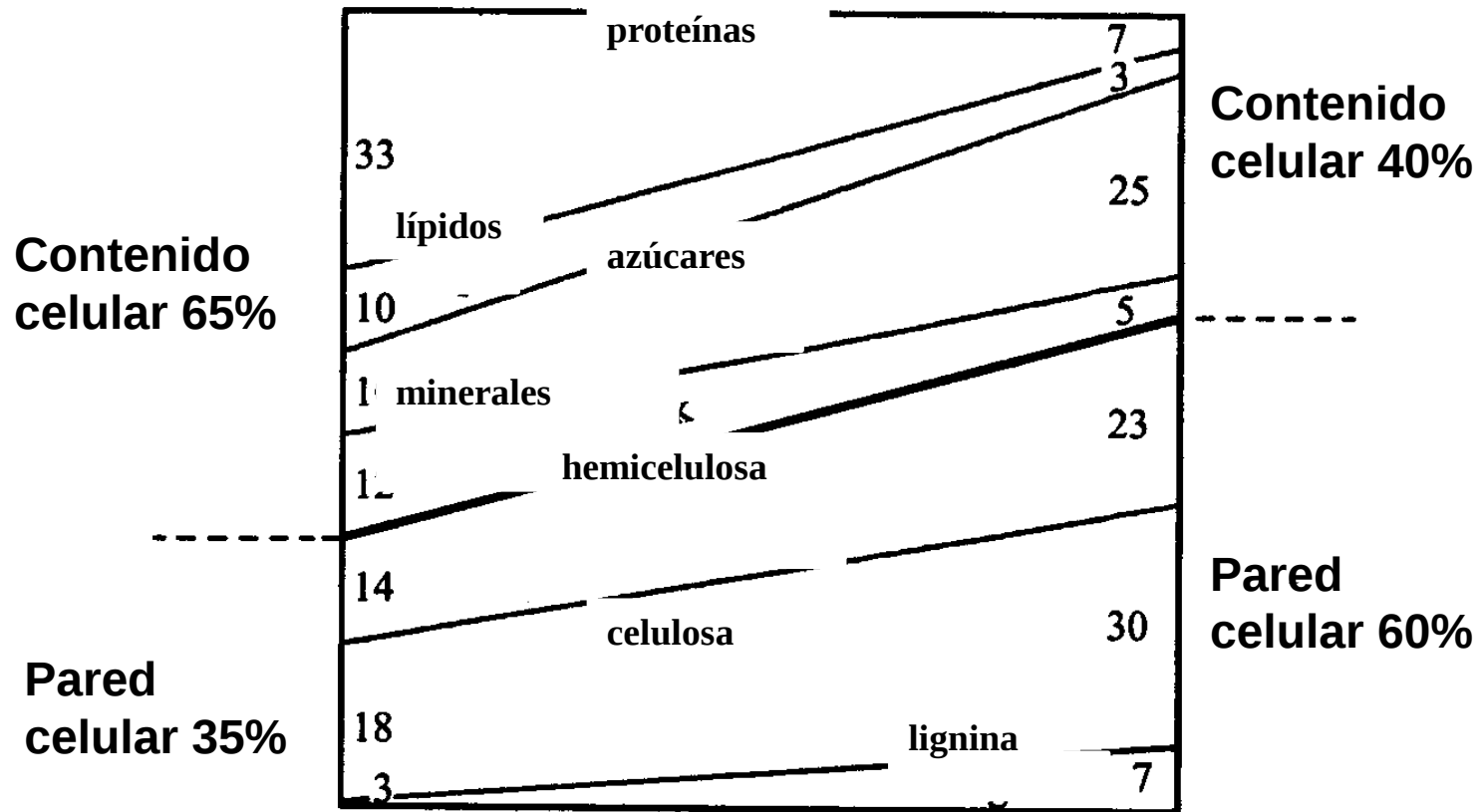
Enterolobium cyclocarpum



<i>Forraje</i>	<i>Cynodon plectostachyus</i>
<i>MS, %</i>	22,36 (1,49)
<i>PC, %</i>	8,59 (1,81)
<i>FDN, %</i>	69,14 (1,95)
<i>FDA, %</i>	35,43 (1,54)
<i>Lignina, %</i>	5,4
<i>EE, %</i>	1,23
<i>Cenizas, %</i>	9,29 (2,09)
<i>Ca, %</i>	0,78 (0,19)
<i>P, %</i>	4,04 (6,64)

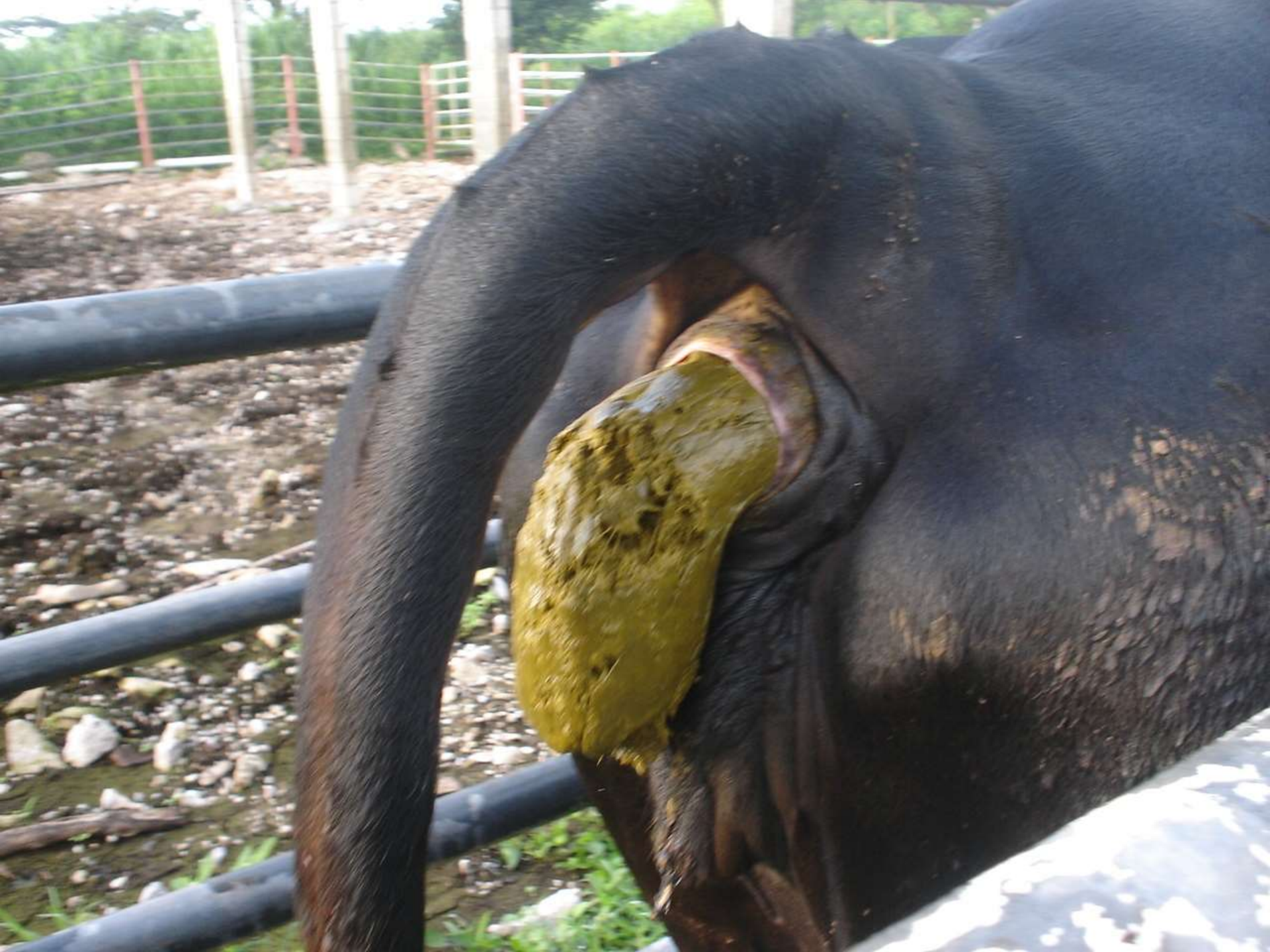
* *Valores promediados de tres estudios* ^{10,18,19}

Cambio en el contenido de nutrientes de las plantas con la edad



Consumo de MS: ¿2% del peso vivo?

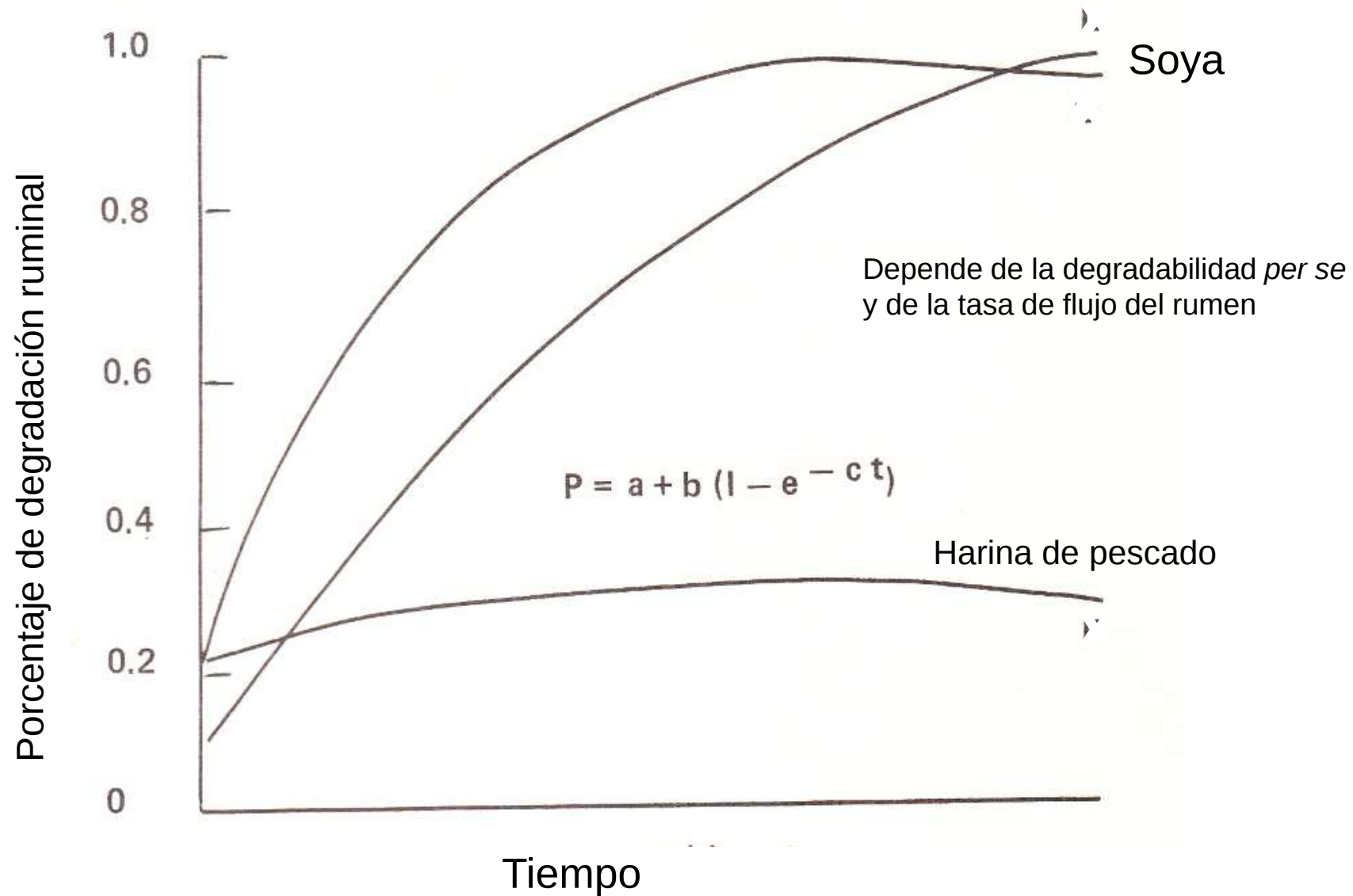








Degradación ruminal de la PC de los alimentos



Ganancia de peso de novillos en pastoreo de praderas tropicales en Cotaxtla, Veracruz; durante la época de lluvias (Arroyo y Teunissen, 1964)

Pasto	Carga animal (No. novillos/ha)	Ganancia (g/novillo/día)	Producción de carne (kg/ha)
Guinea	2.57	426	157
Jaragua	4.13	278	190
Pará	2.52	518	223
Alemán	3.65	497	280
Pangola	3.61	620	406

Producción de carne con novillos Cebú de 330 kg de peso (14 meses)
en pastoreo en Tizimín, Yuc. (Molina et al. 1976)

	Pasto	
	Guinea	Buffel
Días de pastoreo	364	364
Carga animal (cabezas/ha)	1.6	1.6
Ganancia diaria (g)	308	396
Producción de carne (kg/ha)	168	216

Nutrient Requirements of Zebu Beef Cattle

BR - CORTE
2nd Edition

Editors:
Sebastião de Campos Valadares Filho
Marcos Inácio Marcondes
Mário Luiz Chizzotti
Pedro Veiga Rodrigues Paulino



NUTRIENT REQUIREMENTS OF BEEF CATTLE

Eighth Revised Edition

Energy and Protein Requirements of Ruminants

An advisory manual prepared by the
AFRC Technical Committee on Responses
to Nutrients



NUTRITION SERIES

National Academies of
ENGINEERING • MEDICINE

Requerimientos totales (**mantenimiento + ganancia**) de EM (Mcal/día) de toros y novillos Nelore de diferentes pesos vivos y ganancias de peso alojados en corrales (Valadares Filho et al., 2010).

Ganancia de peso kg/día	Peso corporal kg					
	150	200	250	300	350	400
Toros						
0.50	7.80	9.23	10.60	11.81	13.03	14.19
0.75	9.23	10.78	12.15	13.62	14.84	16.26
1.00	10.63	12.23	14.03	15.54	17.00	18.35
1.25	12.13	13.95	15.62	17.37	19.22	20.59
1.50	13.46	15.65	17.55	19.46	21.09	22.98
Novillos						
0.50	8.02	9.42	10.91	12.29	13.43	14.73
0.75	9.55	11.26	12.82	14.26	15.84	17.15
1.00	11.20	13.01	14.85	16.57	18.12	19.69
1.25	12.96	14.88	16.77	18.57	20.55	22.44
1.50	14.40	16.89	18.88	20.97	23.16	24.88

Tabla 5.1. Necesidades de ME (MJ/d) y MP (g/d) de ganado vacuno lechero, *estabulado*, de 600kg, para una M/D de 11,5MJ/kgDM, o $q_m = 0,61$.

ΔW kg/d	Producción de leche diaria											
	40kg				35kg				30kg			
	DMI kg	ME MJ	MP g	L xM	DMI kg	ME MJ	MP g	L xM	DMI kg	ME MJ	MP g	L xM
-1,0	21,4	246	2.020	3,8	19,0	218	1.786	3,4	16,6	191	1.552	3,0
-0,5	22,6	260	2.093	4,0	20,2	233	1.859	3,6	17,9	205	1.625	3,2
0	23,9	275	2.165	4,2	21,5	247	1.931	3,8	19,1	220	1.697	3,4
+0,5	na	na	na	na	na	na	na	na	20,7	238	1.819	3,7
ΔW kg/d	25kg				20kg				15kg			
	DMI kg	ME MJ	MP g	L xM	DMI kg	ME MJ	MP g	L xM	DMI kg	ME MJ	MP g	L xM
	DMI kg	ME MJ	MP g	L xM	DMI kg	ME MJ	MP g	L xM	DMI kg	ME MJ	MP g	L xM
-1,0	14,3	164	1.318	2,6	12,0	138	1.084	2,2	9,7	111	850	1,8
-0,5	15,5	178	1.391	2,8	13,2	152	1.156	2,4	10,9	125	922	2,0
0	16,8	193	1.463	3,0	14,4	166	1.229	2,6	12,1	139	995	2,2
+0,5	18,3	211	1.585	3,3	16,0	184	1.351	2,9	13,6	157	1.117	2,5
ΔW kg/d	10kg				5kg				Secas, 35sem g*			
	DMI kg	ME MJ	MP g	L xM	DMI kg	ME MJ	MP g	L xM	DMI kg	ME MJ	MP g	L xM
	DMI kg	ME MJ	MP g	L xM	DMI kg	ME MJ	MP g	L xM	DMI kg	ME MJ	MP g	L xM
-0,5	8,6	99	688	1,6	6,4	74	454	1,2		na		
0	9,8	113	761	1,8	7,6	87	527	1,4	8,8	88	420	1,4
+0,5	11,4	131	883	2,1	9,1	105	649	1,7	11,3	113	543	1,8

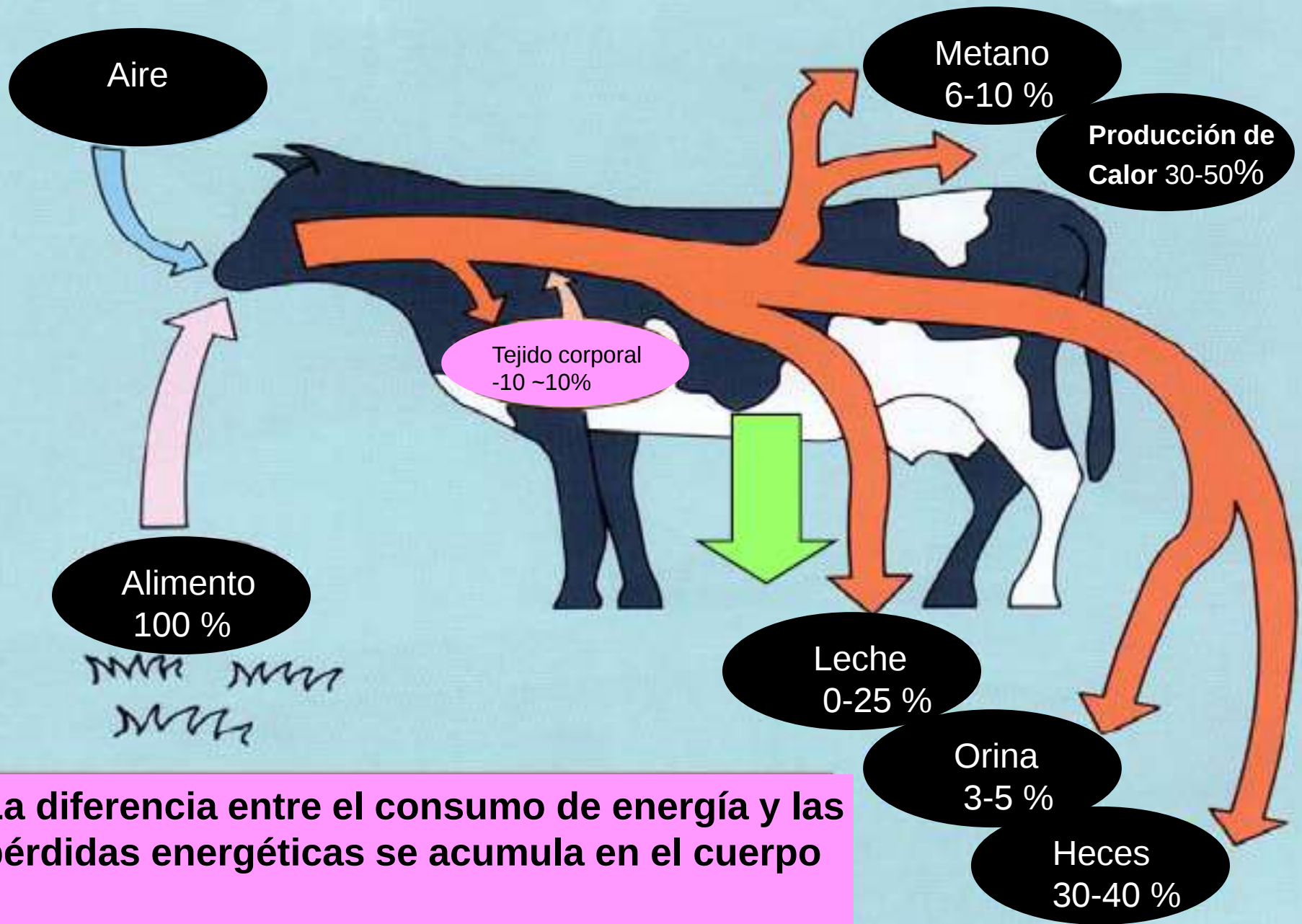
Supuestos: Vaca lechera de 600kg que produce leche con 39,4g de grasa por kg, 31,9g de proteína y 44,2g de lactosa (4,06, 3,29 y 4,55% por litro). No se incluyen aportes de ME o MP para la gestación.

** Las necesidades para las vacas secas corresponden a 36 semanas de gestación, ración con M/D de 10MJ/kgDM ($q_m = 0,53$). Ver también la Tabla 5.3 para las necesidades de ME y MP para la gestación.*

na, significa no aplicable.

Pérdidas de energía en bovinos alimentados dos veces el nivel de mantenimiento (Hales *et al.*, 2012; Journal of Animal Science)

	Método de procesamiento del grano	
	Maíz hojueleado con vapor	Maíz rolado en seco
Energía bruta Mcal (energía química total consumida)	22.69	23.24
Energía en heces Mcal	5.71	6.49
Energía en orina Mcal	0.26	0.25
Energía en metano Mcal/d	0.56	0.70
Energía metabolizable Mcal/d (consumida)	16.42	16.04
Producción de calor Mcal (mantenimiento + incremento calórico)	12.43	13.07
Energía retenida Mcal (grasa y proteína)	3.95	2.93



La diferencia entre el consumo de energía y las pérdidas energéticas se acumula en el cuerpo



RETENCION DE ENERGIA

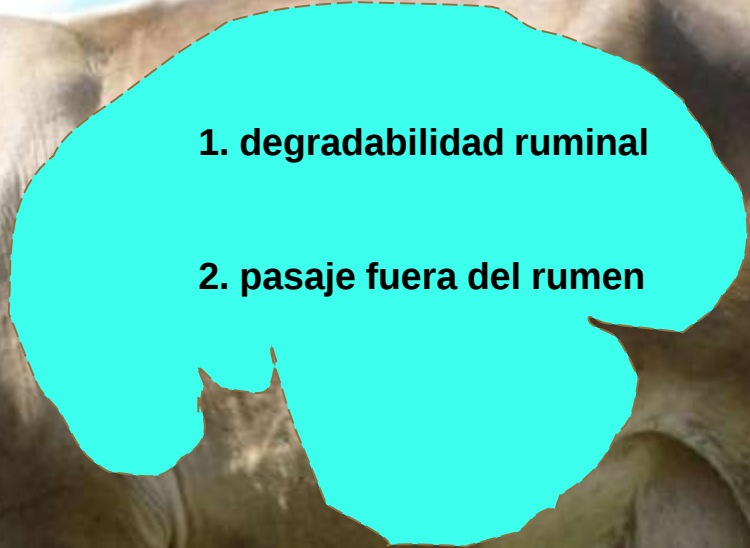
+

0

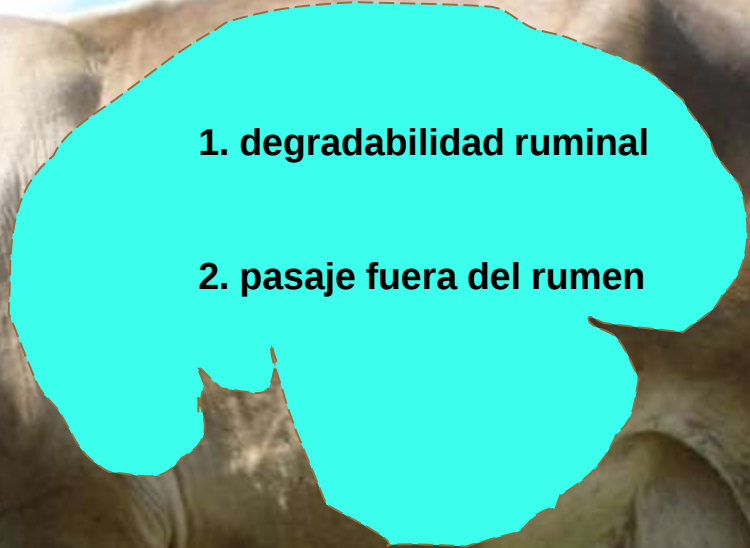
-



CONSUMO DE ENERGIA BRUTA



- 1. degradabilidad ruminal**
- 2. pasaje fuera del rumen**



- 1. degradabilidad ruminal**
- 2. pasaje fuera del rumen**

Carbohidratos

Glucosa

Proteínas

NH₃

ATP's

AGV's

CH₄

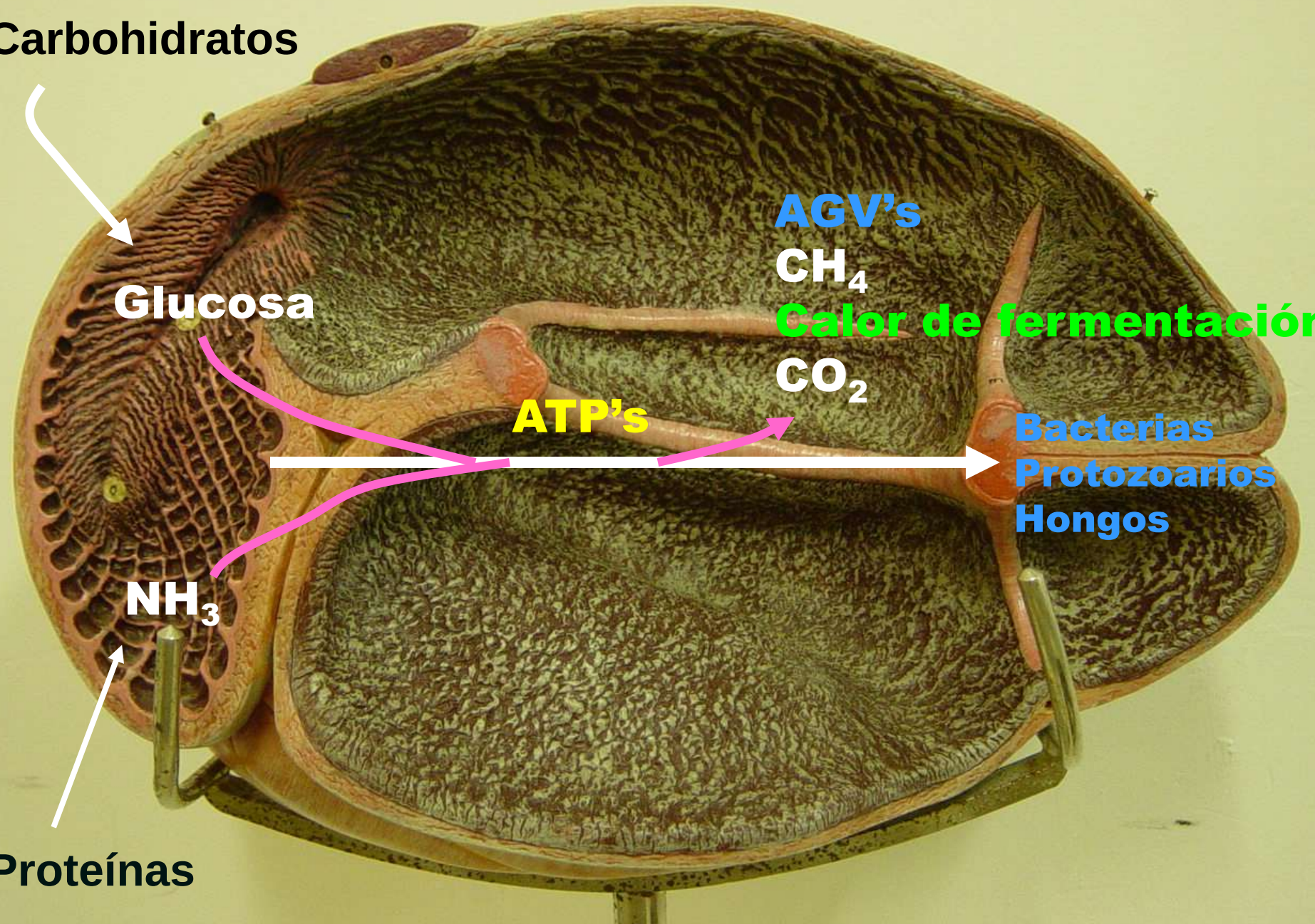
Calor de fermentación

CO₂

Bacterias

Protozoarios

Hongos





2005 3 15

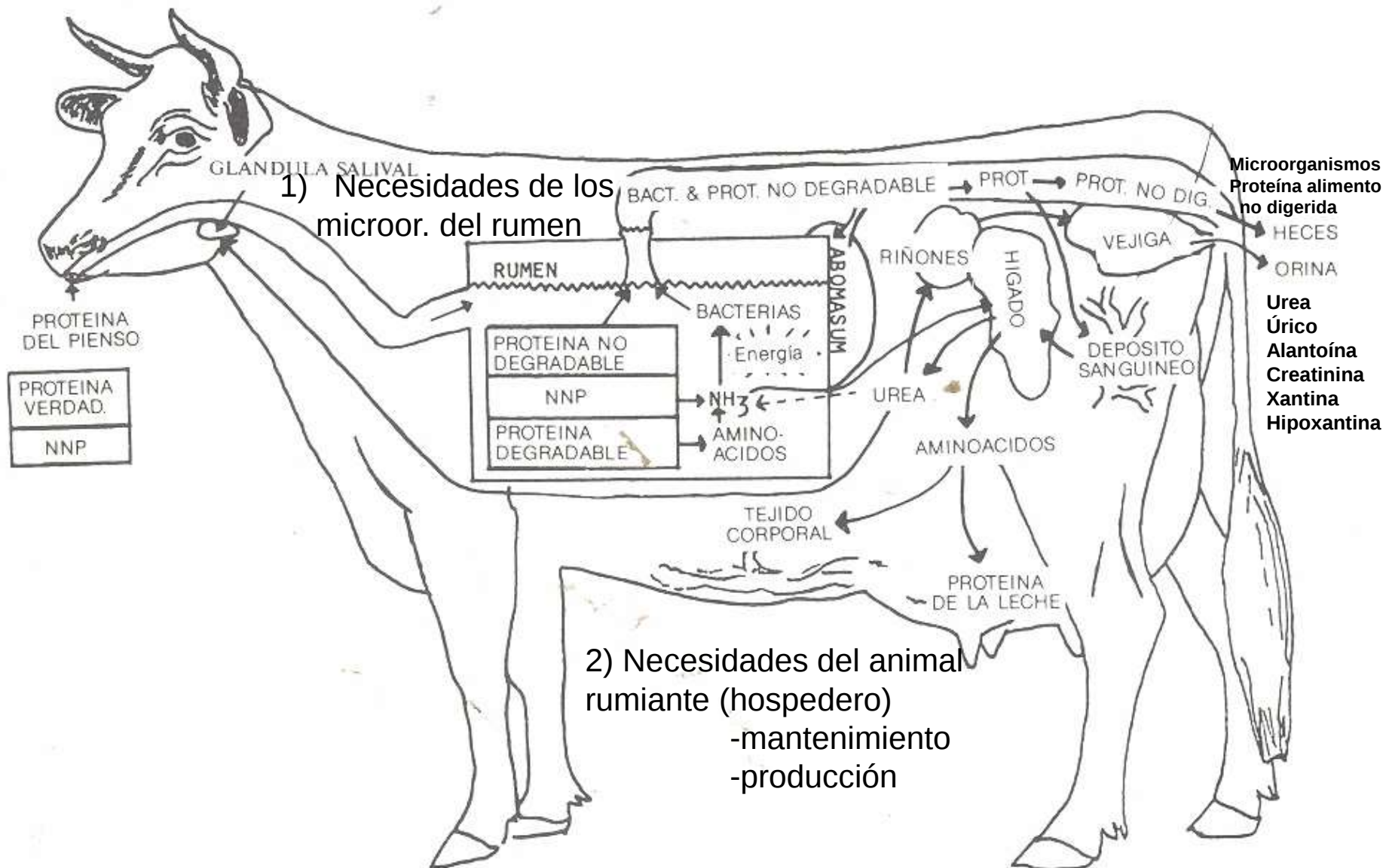


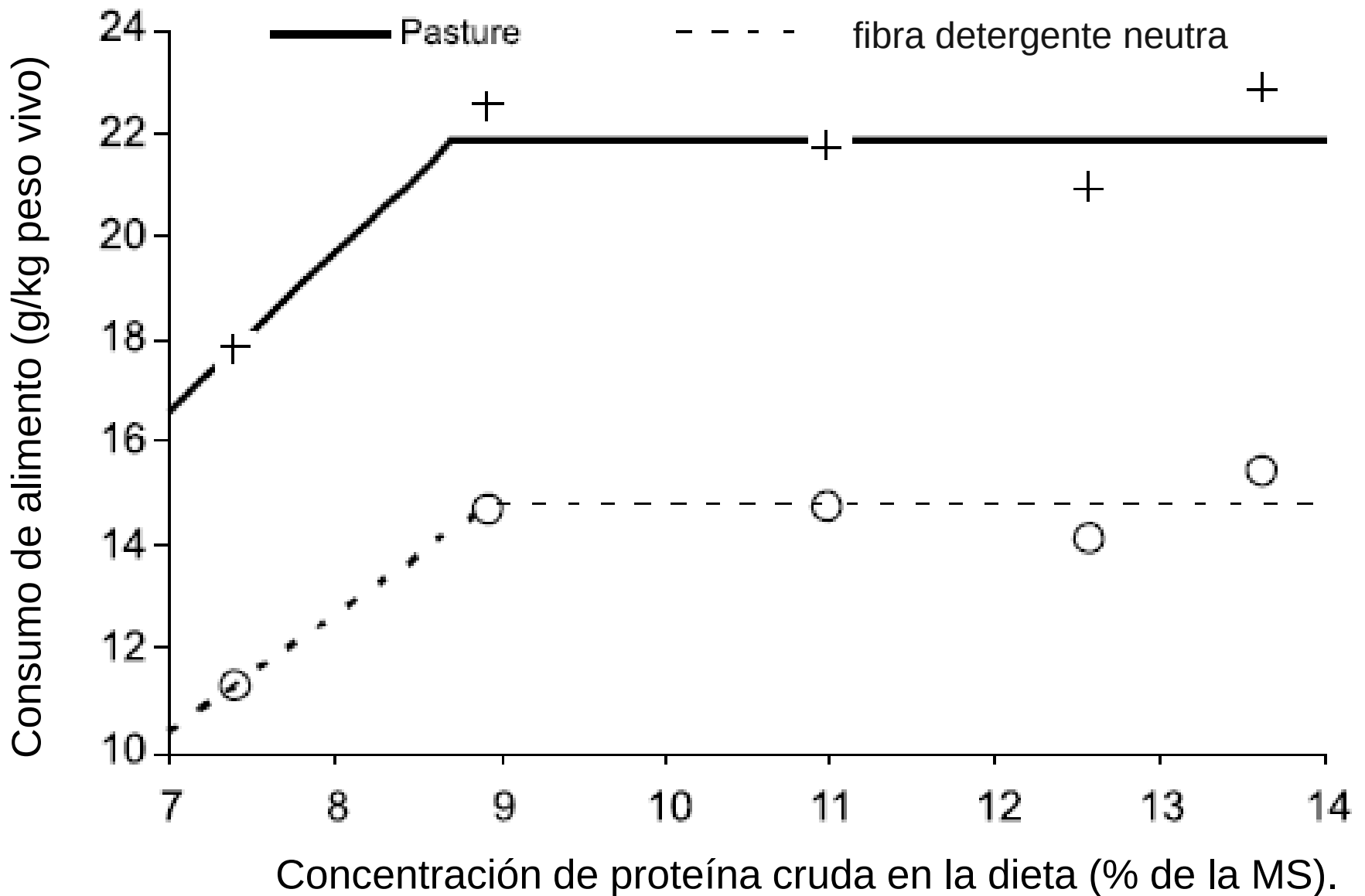






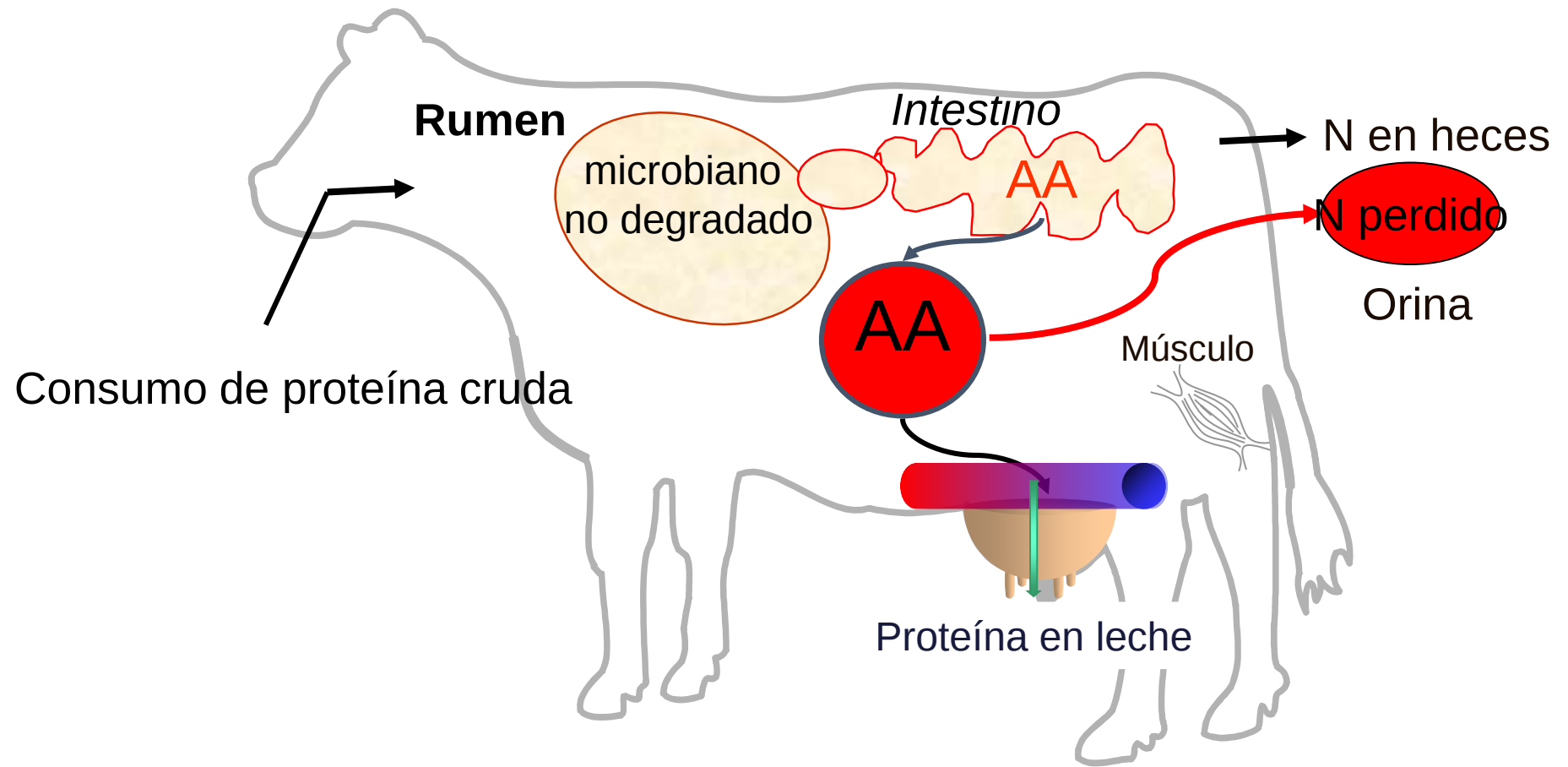
Interacciones de la proteína y la energía en rumiantes



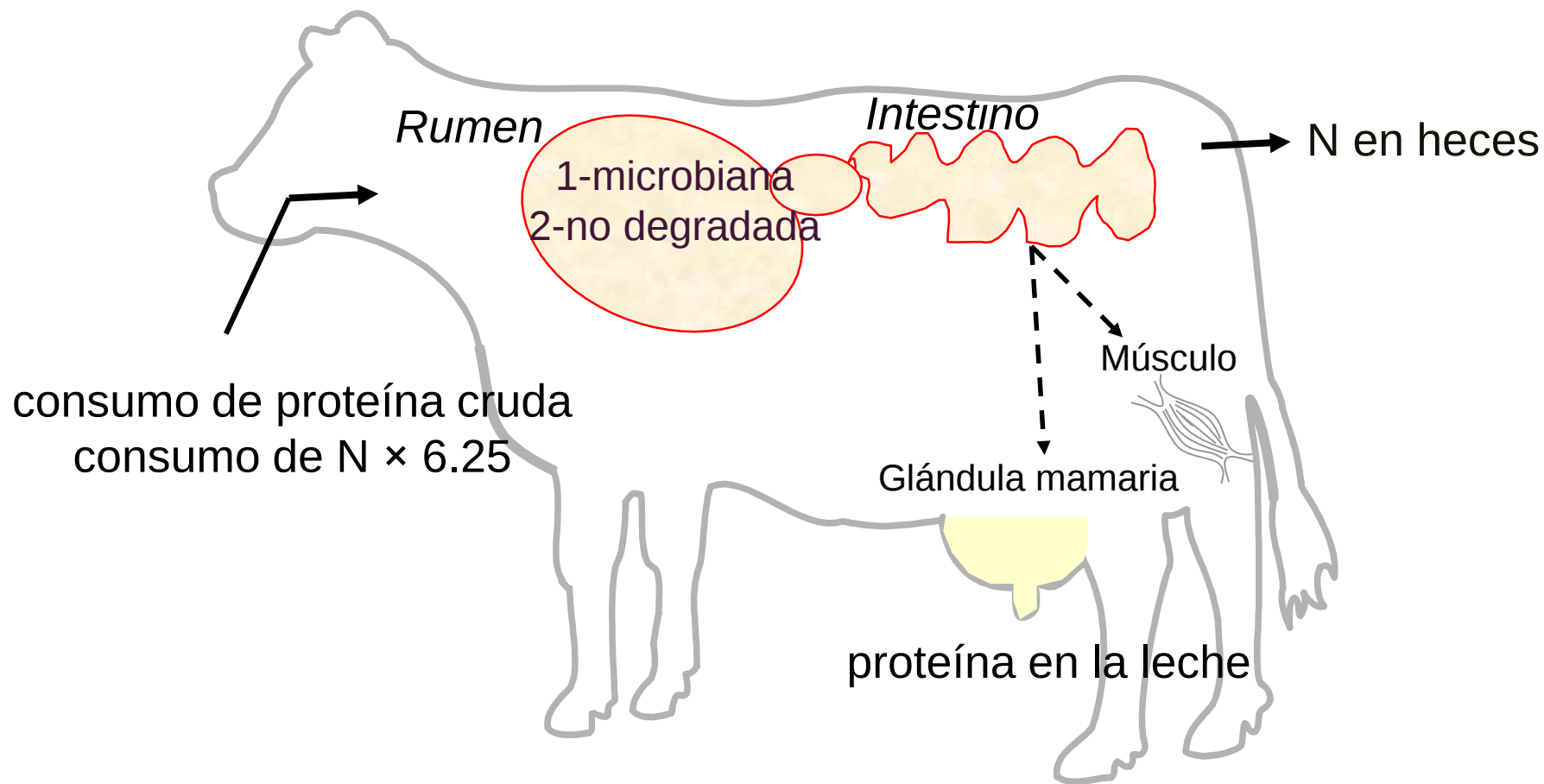


Bovinos de 236 kg de peso en pastoreo de pasto Señal (*Brachiaria decumbens*) (Figueiras et al, 2010).

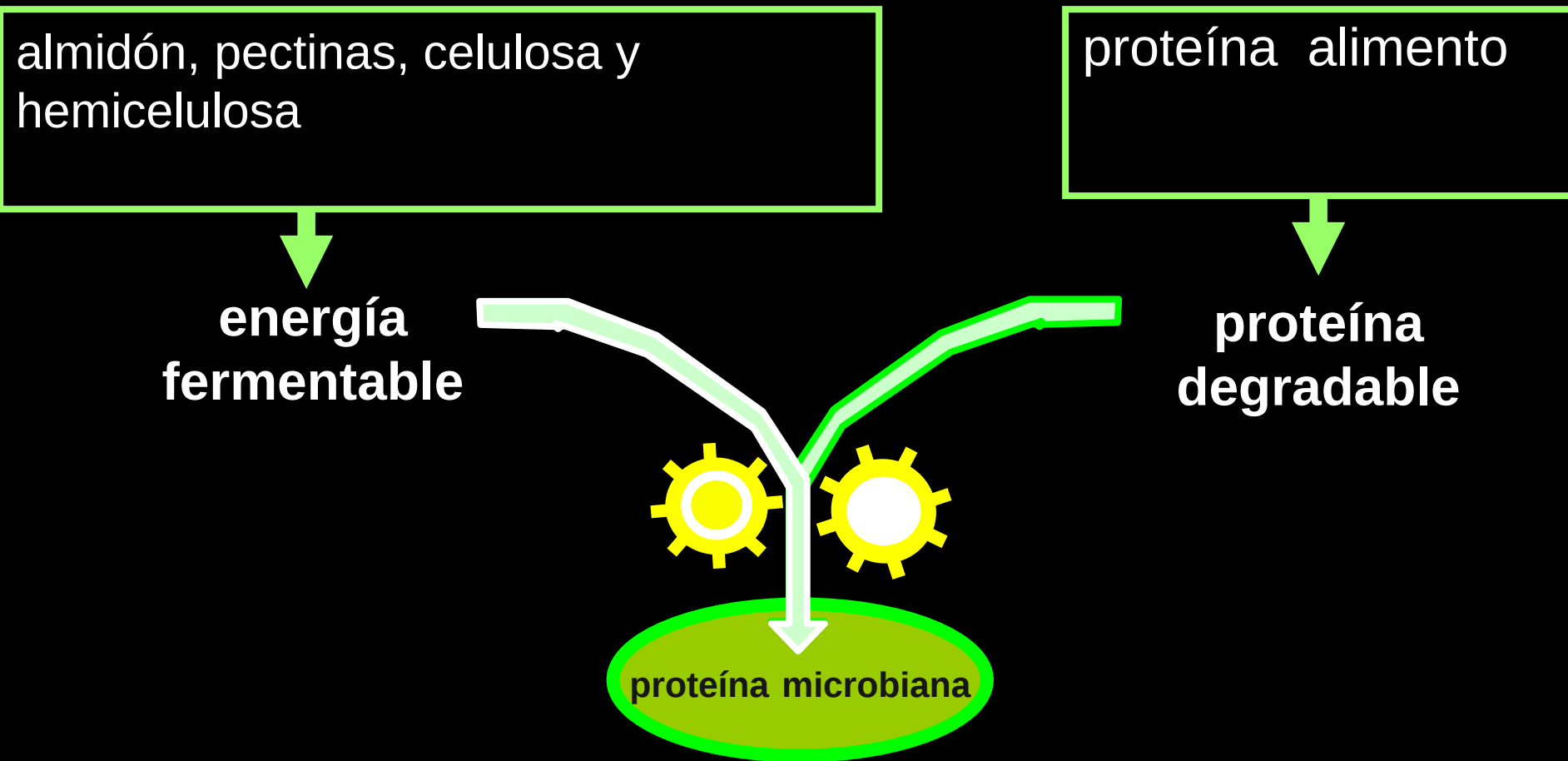
Digestión de amino ácidos y metabolismo mamario

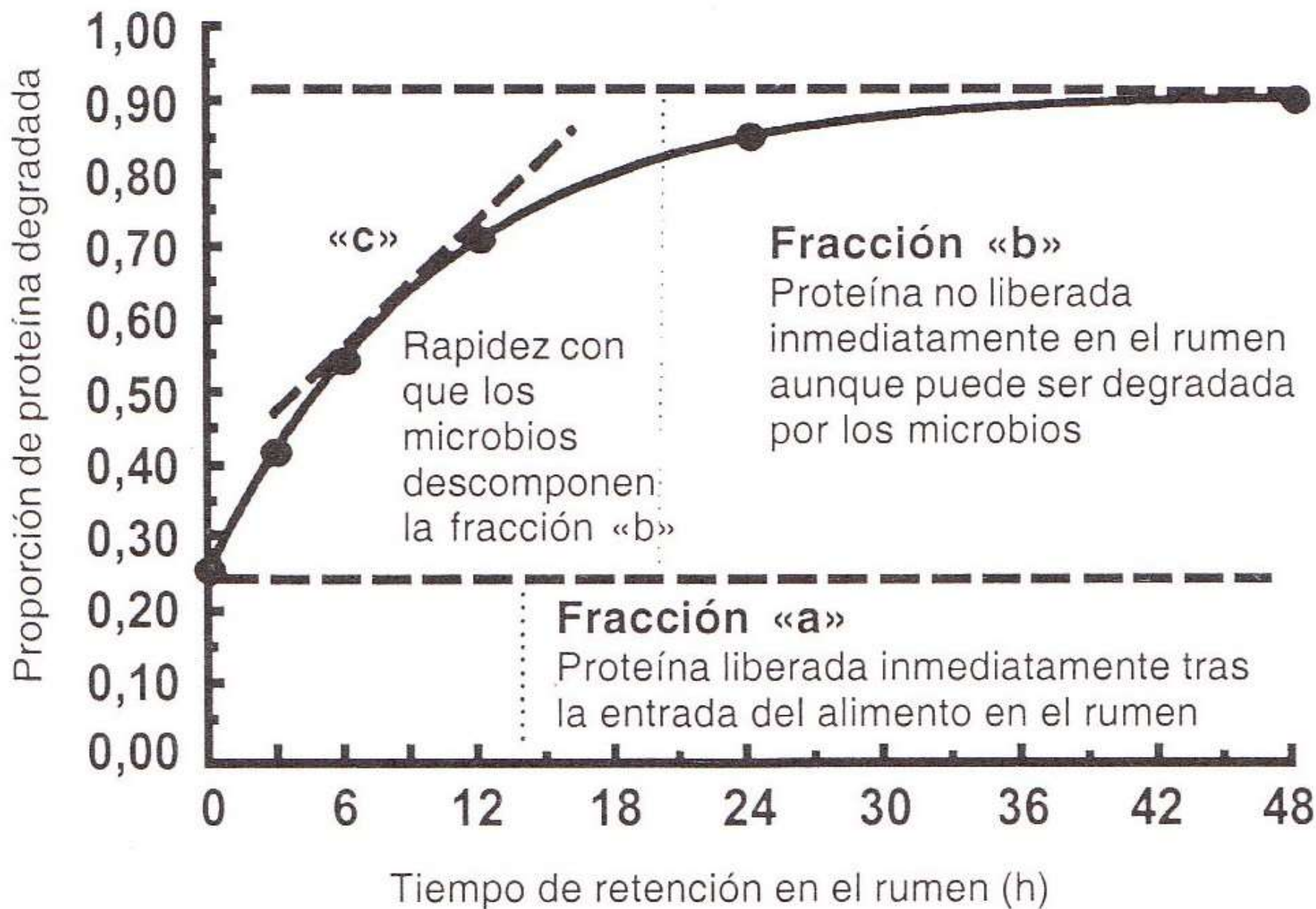


Digestión de proteínas en vacas lecheras



Sincronía en la fermentación de la energía y de la proteína en el rumen





$$d = a + b (1 - e^{-k_d \times t})$$

Suplementos energéticos y proteicos

Energía

- Maíz
- Trigo
- Avena
- Grasa
- Melaza
- Cáscara de cítricos

Proteína

- Pasta de soya
- Harinolina
- Harinas de sangre y de plumas
- Alfalfa
- Harina de canola
- Granos de destilería
- Nitrógeno no-proteico

Formula general para elaborar un concentrado convencional

	Porcentaje	Ejemplos de ingredientes
Fuentes energéticas	63.5	H. Maiz, h. sorgo, p. arroz.
Fuente Proteicas	20	H algodón, h. ajonjolí, t. coco.
Melaza	10	
Mezcla mineral	2	
Sal común	1.5	
Carbonato de calcio	2	
Urea	1	

Consumo de proteína cruda y de energía metabolizable de vacas en pastoreo produciendo 10 litros de leche por día en un sistema silvopastoril o en un sistema de monocultivo en Yucatán (Bottini, 2014)

	Consumo materia seca (kg/vaca/día)	% de la ración	Proteína cruda (g/vaca/día)	Energía metabolizable (MJ/vaca/día)
Sistema silvopastoril				
<i>L. leucocephala</i>	3.80	32.01	582.90	35.34
<i>C. nlemfuensis</i>	4.57	38.50	367.42	42.0
Sorgo	3.50	29.49	301.35	43.40
Total	11.87		1251.7±9^a	120.7±5.9^a
Sistema de monocultivo				
<i>C. nlemfuensis</i>	7.27	68.33	584.50	64.70
Concentrado	3.37	31.67	416.87	37.74
Total	10.64		1001.3±1^b	102.4±7.6^a



Vaca: En 1er tercio de lactación,
con becerro al pie
Peso vivo: 550 kg, sin ganar o perder peso
Producción de leche: 8 litros/día

¿Cuánto requiere la vaca de EM y PM por día
de acuerdo a su peso y función productiva?
¿De qué alimentos se dispone en el establo
para cubrir dichos requerimientos?



(Pasto Guinea (*Panicum maximum*) y alimento comercial)

Revisar los cuadros de requerimientos de nutrientes del [AFRC \(1993\)](#)

p. 99 Cuadro 6.6 y tomar datos de una vaca de 600 kg (no hay datos para una vaca de 550 kg)

Requerimientos: **EM = 101 MJ/d**
PM = 649 g/día

Al pie de página (Cuadro 6.6) se recomienda ajustar: ± 6 MJ para EM y ± 19 g para PM por cada 50 kg de peso de la vaca: vaca de 600 kg $107-6 = 101$ MJ/día y $669-19 = 649$ g PM/día

Se calculan los aportes de EM y PM con los sustratos de que se dispone en el rancho:

- **Pasto Guinea**

- **Alimento comercial**

Se estimarán los valores de EM y PM que aporta la ración con base en un consumo total de MS de 12.44 kg/día y una relación pasto:concentrado de 72.3:27.6

	MS	PC	PEDR	PND	EE	EM	EMF
Pasto Guinea	300	75	27	26.4	30	9	7.95
Alimento comercial	860	166	115	31	48	12	10.3

Pasto Guinea = 30%MS

Requerimientos de la vaca:

EM: 101 MJ/día
PM: 649 g/día

	MS	PEDR	PND	PM	EM	EMF
Pasto Guinea	9	243	237.6		81	71.55
Alimento comercial (4 kg base fresca)	3.44	395.6	106.6		41.3	35.4
Total	12.44	638.6	344.2	751	122	107
Diferencia				+102	+21	

122-101 = +21 MJ EM

751-649 = +102 g PM

Conclusión: La ración contiene un exceso de EM y PM

usar vaca seca
pienso 100 en p. 156

$$638.6 \times 0.75 = 478.95$$

$$478.95 \times 0.85 = 407.1 \text{ g PMVD} + 344.2 = 751.3$$

Existe un exceso de EM (21 MJ) y PM (102 g) en la ración

¿Qué hacer?

Se puede realizar un **balanceo** al tanteo o por aproximación, para intentar cubrir las necesidades de EM y PM de la vaca

Este método involucra el aumentar o reducir los ingredientes primarios, o incorporar nuevos ingredientes hasta lograr “**balancear**” la ración cubriéndose las necesidades de la vaca

Método de aproximación (en 4 pasos) para el balanceo de una ración

1

	BF	MS	PEDR	PND	PM	EM	EMF
Pasto Guinea	30	9	243	237.6		81	71.55
Alimento (3 kg base fresca)	3	2.44	280.6	75.6		29.3	25
Total	33	11.44	523.6	313.2	647	110	96.5
Diferencia					-2	+9	

$$523.6 \times 0.75 \times 0.85 = 333.8 + 313.2 = 647 \text{ g PM}$$

Existe un déficit de 2 g de PM y un exceso de 9 MJ de EM

2

	BF	MS	PEDR	PND	PM	EM	EMF
Guinea	30	9	243	237.6		81	71.55
Alimento (2.1 kg base fresca)	2.11	1.72	197.8	53.3		20.6	17.7
Total		10.72	440.8	290.9	572	101.6	89.2
Diferencia					-77		

$$440 \times 0.75 \times 0.85 = 281 + 290.9 = 572 \text{ g PM}$$

Existe un déficit de 77 g de PM y la EM está cubierta

3

	BF	MS	PEDR	PND	PM	EM	EMF
Guinea	30	9	243	237.6		81	71.55
Alimento	2	1.72	197.8	53.3		20.6	17.7
Urea	0.053	0.050	104	0		0	0
Total		10.77	544.8	290.9	638	101.6	89.2
Diferencia					-11		

Al existir un déficit de PM se introduce un nuevo nutrimento que tengo "muchas" proteínas o sea la UREA

$544.8 \times 0.75 \times 0.85 = 347.3 + 290.9 = 638.2 \text{ g PM}$
Existe un déficit de 11 g de PM, la EM está cubierta

4

	BF	MS	PEDR	PND	PM	EM	EMF
Guinea	30	9	243	237.6		81	71.55
Alimento	2	1.72	197.8	53.3		20.6	17.7
Urea	0.061	0.058	120.6	0		0	0
Total		10.778	561.4	290.9	649	102	89.2
Diferencia					0	+1	

Al todavía existir un déficit de PM se incrementa ligeramente la cantidad de UREA en la ración

$561.4 \times 0.75 \times 0.85 = 357.9 + 290.9 = 648.8 \text{ g PM}$
La ración queda finalmente balanceada, la PM está cubierta y existe un exceso de EM de únicamente 1 MJ





**Los insumos se
encarecen**





















Composición química (% BS) del heno de Guinea
(*Panicum maximum*) y del *Brosimum alicastrum*

	Ramón	Guinea
MS	89.34	92.14
MO	90.40	89.48
PC	15.78	5.60
FDN	37.54	80.07
FDA	28.52	48.49
Lignina	12.08	17.80

Fermentación ruminal del follaje de *Brosimum alicastrum*

Parámetro	MS	PC	MO	FDN
a %	21.18	33.84	20.50	-
b %	65.67	61.35	66.12	72.11
a + b %	86.85	95.19	86.62	72.11
c (%/h)	10.52	11.37	10.58	8.33



















REVUELTA



Incremento de peso de toros en un sistema silvopastoril
en Michoacán, México (Mayo Eusebio, 2013)

770 g/cabeza/d

Incremento de peso (Kg)

Mayo

Junio

Julio

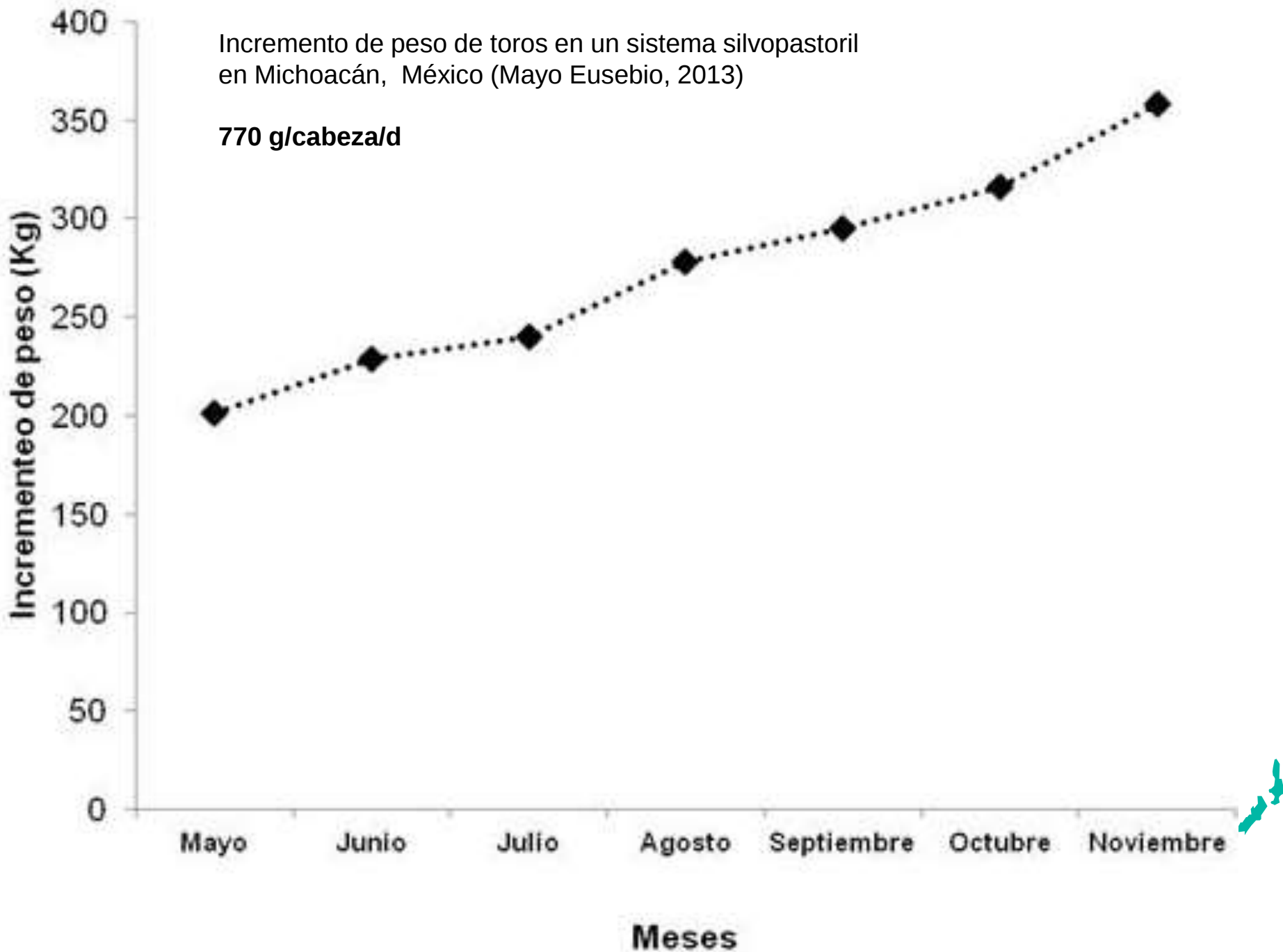
Agosto

Septiembre

Octubre

Noviembre

Meses



Especies arbóreas forrajeras

- *Lysiloma bahamense*
(Tsalam)
- *Piscidia piscipula* (Habin)
- *Guazuma ulmifolia*
(Pixoy)
- *Lysiloma latisiliquum*
(Tsalam)
- *Acacia* spp. (Subín, box-catzim, Chimay, Dsiuché, kaatsim)
- *Leucaena leucocephala*
(huaxin)
- *Bursera simaruba*
(Chacah)

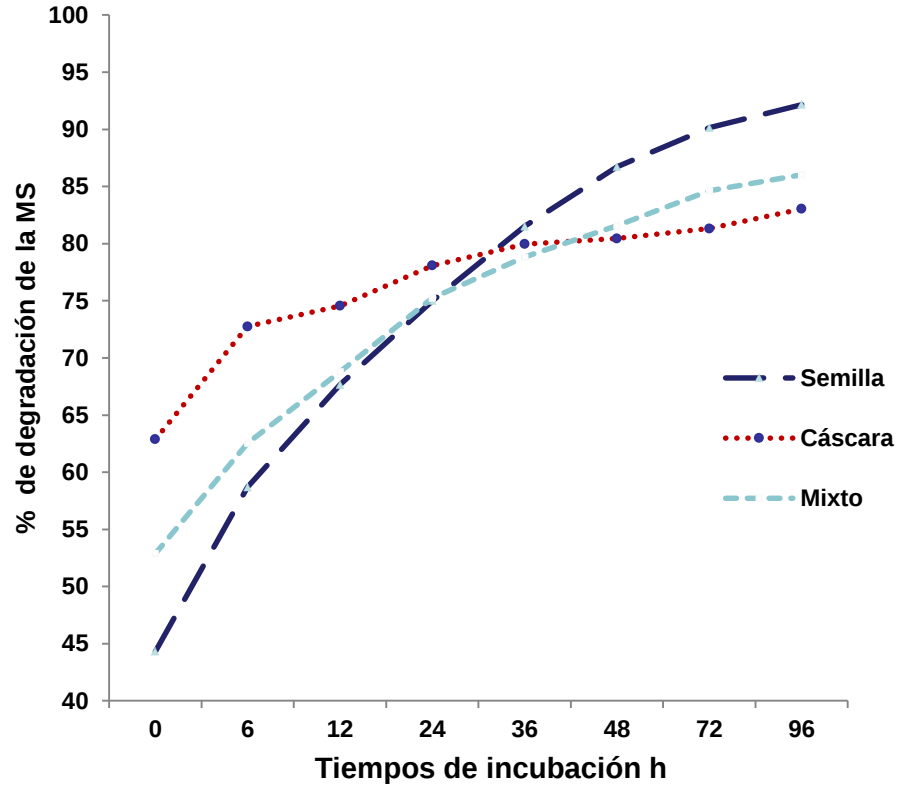






	%
Materia seca	92.63
Proteína cruda	16.72
Fibra cruda	16.18
Extracto etéreo	1.59
Cenizas	4.27
Fibra detergente neutro	35.36
Fibra detergente ácido	23.17
Lignina	8.83

**Composición
química del fruto
de *Enterolobium
cyclocarpum* (2009)**



	Constantes de degradación ruminal de la MS de la Parota (%)			
Componente	a	b	a+b	c
Semilla	51.16	42.20	93.36	0.0375
Cáscara	70.04	12.71	82.75	0.0391
Fruto completo	56.86	29.50	86.36	0.0395













