

Fisiología de la digestión en mamíferos herbívoros



© Jorge Navarro A. (2012)

Consigna:

Trabajando en grupo, analice la diversidad de adaptaciones morfo-fisiológicas a la herbivoría en mamíferos, utilizando el material provisto y respondiendo a las preguntas y ejercicios planteados.

Que problemas fisiológicos plantea la herbívora (particularmente el consumo de “pastos”)?

Cuales son las características del estomago de rumiantes?

Que ventajas ofrece la simbiosis con microorganismos del tracto digestivo? Que ventaja adaptativa aporta la diversidad de la flora del rumen?

Que productos generan las bacterias del rumen? Que significancia ambiental tienen los gases que emanan?

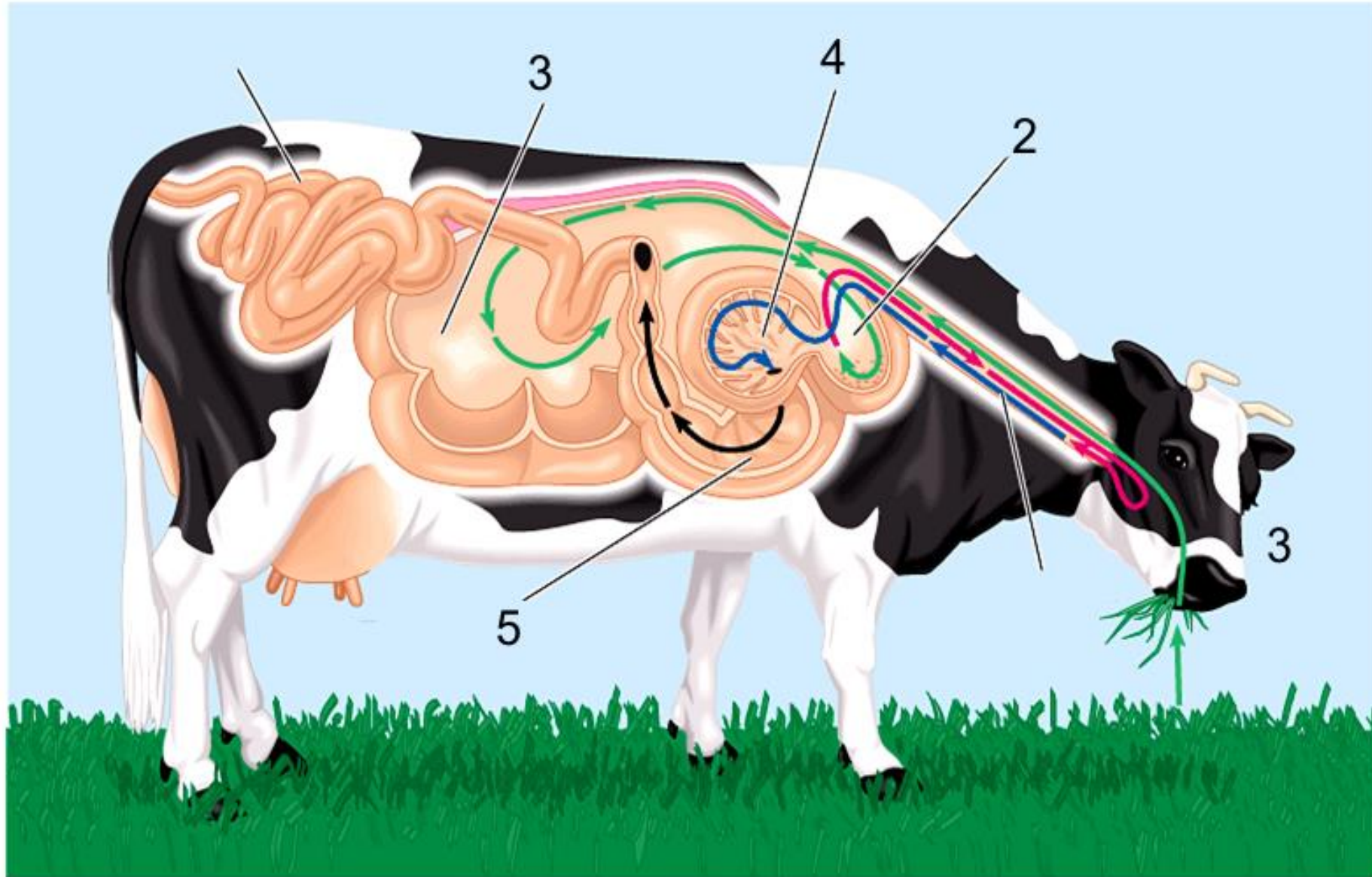
Que ocurre con los lípidos en el rumen? Que implicancia tiene con la transferencia trófica de energía?

Cuales son los tipos de fermentadores?

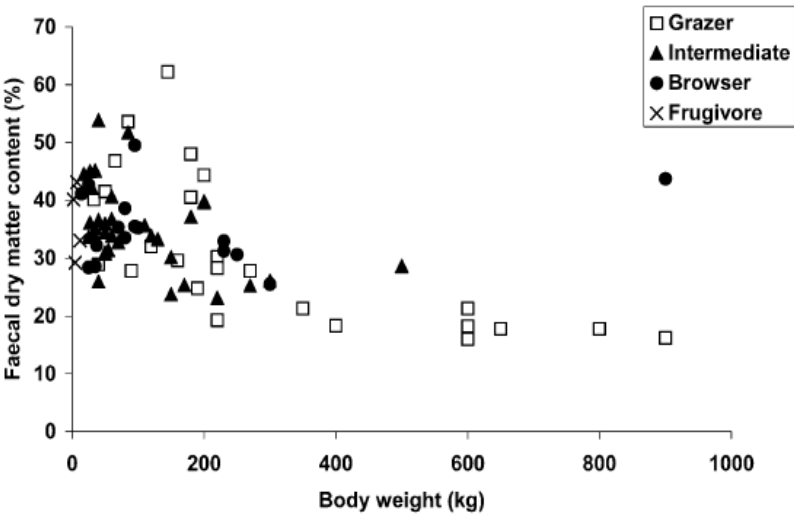
Cuales son los tipos de rumiantes?

Tiempo disponible: 45 minutos

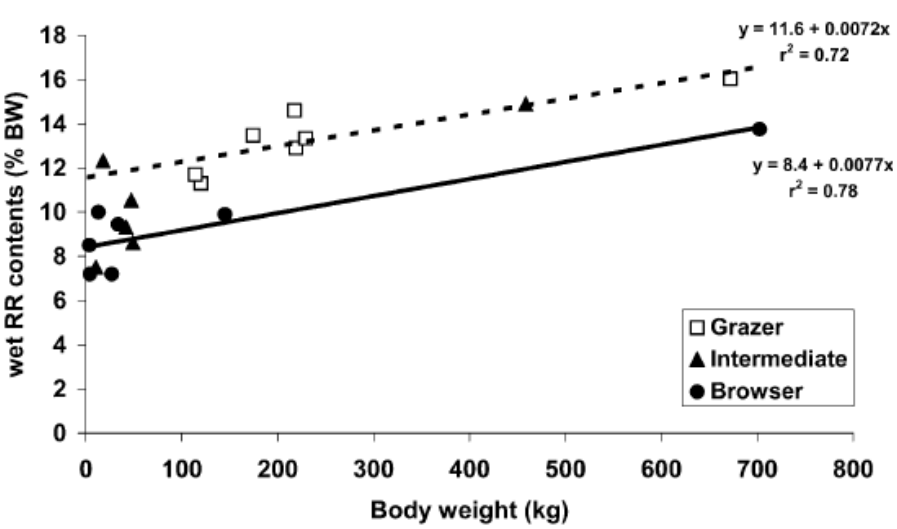
Cuales son las etapas de la digestión en rumiantes?



Que tan grande puede ser un herbívoro?



Correlación entre el contenido de materia seca en las heces y el tamaño corporal en rumiantes selectivos y no-selectivos.



Correlación entre la masa del retículo y rumen (expresada como % de la masa corporal) y la masa corporal en rumiantes selectivos y no-selectivos.

Table 5 The diameter of the small intestine in different hindgut fermenters

	Species	Small intestine diameter (cm)
Frewein et al. (1999)	Horse	5–7
Garrod (1873)	Sumatran rhino	5–6
Kiefer (2002)	White rhino	5–6
Owen (1862)	Indian rhino	5–8
Sikes (1971)	Elephant	13–20

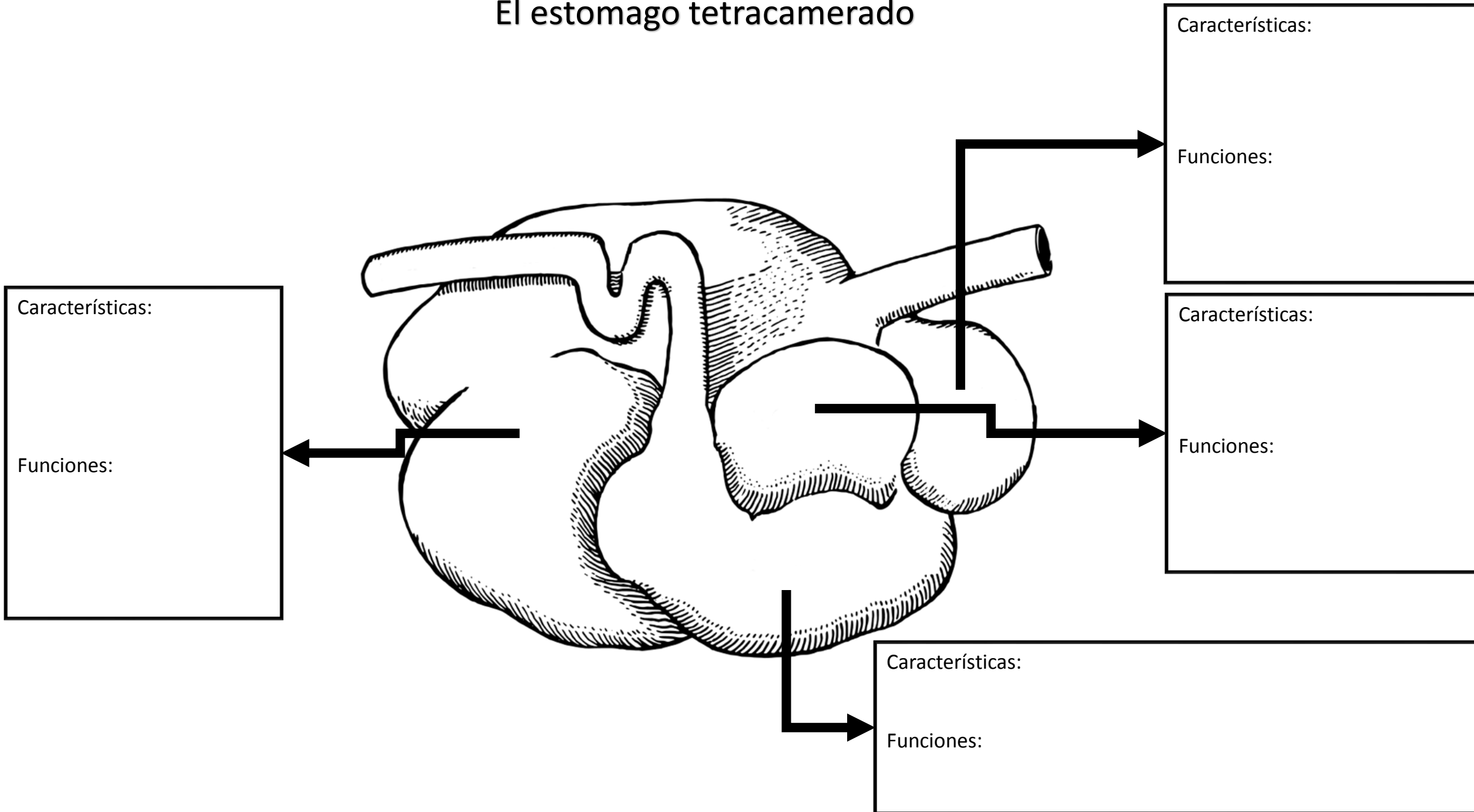
Diámetro del intestino delgado de algunos fermentadores intestinales.

Source	^a Pony	^b Am. tapir	^b Malayan tapir	^c	^d Horse	^e	^a Zebra	^f Sumatran rhino	^g Javan rhino	^a Black rhino	^b	ⁱ	^j White rhino	^k Indian rhino	^k	^a Elephant	^l	^m	ⁿ
Stomach	0.2	–	–	0.5	(0.25)	(0.25)	0.2	–	–	0.9	1.2	0.8	(1)	1.2	0.8	1.1	1.2	1.0	1.2
Small intestine	7.9	–	–	21.0	22.5	26.7	11.4	11.0–16.6	8	12.0	8.0	11.6	13.8	19.8	15.2	13.8	20.0	10.0	11.0
Caecum	0.7	–	–	0.3	1.0	1.0	0.8	0.8–0.9	0.4–0.6	0.7	1.1	–	0.8	0.9	0.6	0.8	0.5	0.5	1.0
Colon total + rectum	4.2	–	–	5.9	7.5	7.0	4.7	–	–	4.9	2.9	–	7.2	9.1	6.4	8.5	5.8	6.0	6.0
DFC total	3.0	–	–	–	4.5	4.5	3.4	–	–	3.7	–	–	–	–	–	6.1	–	–	–
Total GIT	13.1	16.8	27.4	27.8	31.3	35.0	17.2	–	–	18.5	13.2	16.9	22.8	31.1	23.1	24.2	27.5	17.5	19.0

^a Stevens and Hume (1995), measured from the graph, ^b Anon. (1872), ^c Home (1821), ^d Bourdelle and Lavocat (1955), ^e Frewein et al. (1999), ^f Home (1821) and Garrod (1873), ^g Garrod (1877) and Beddard (1887), ^h De Bouveignes (1953), ⁱ Wilson and Edwards (1965), ^j Kiefer (2002), ^k Owen (1862), ^l Mullen (1682), ^m Fraude and Vanfey (1955), ⁿ Sikes (1971)

Largo del tracto gastrointestinal (en metros, DFC = cámara de fermentación distal = ciego + colon ascendente)

El estomago tetracameroado



Microrganismos del rumen

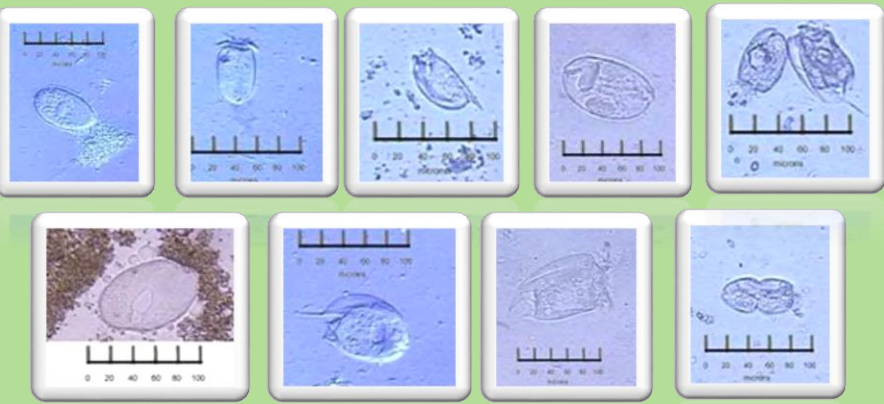
Bacterias



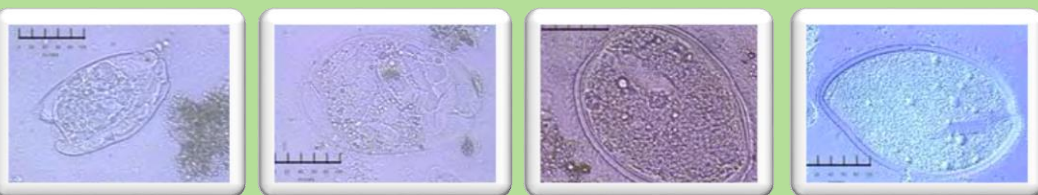
Hongos



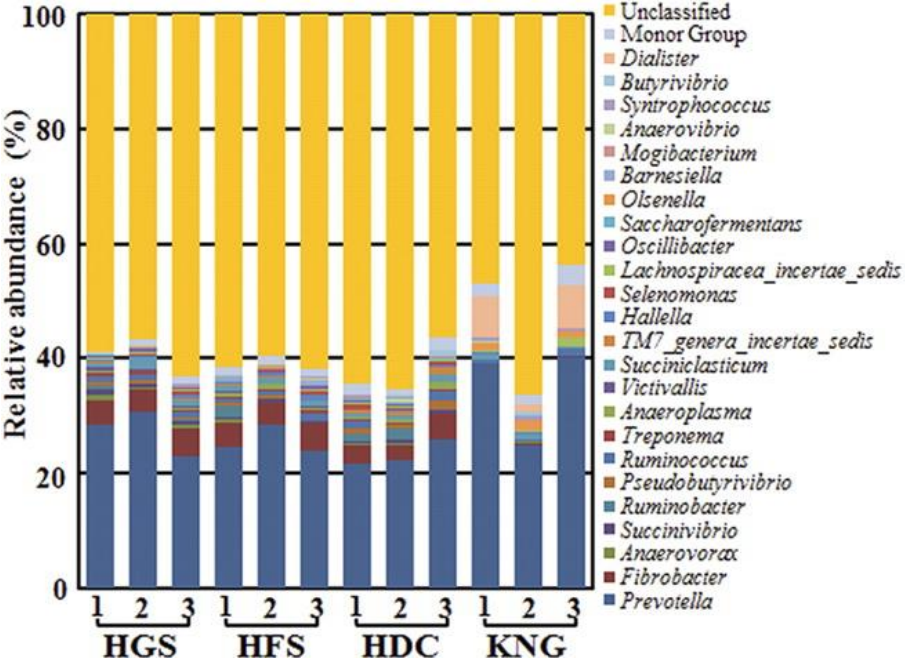
Protozoos *Isotriccha*, *Dasytricha* y *Entodinium*



Protozoos grandes



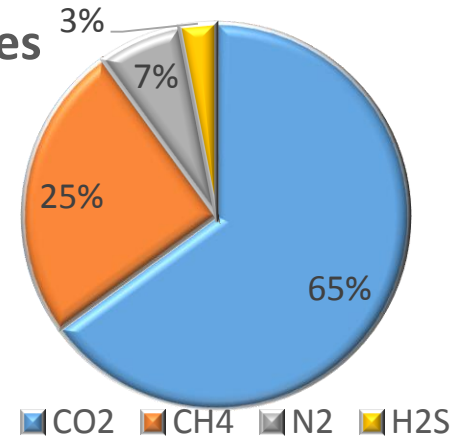
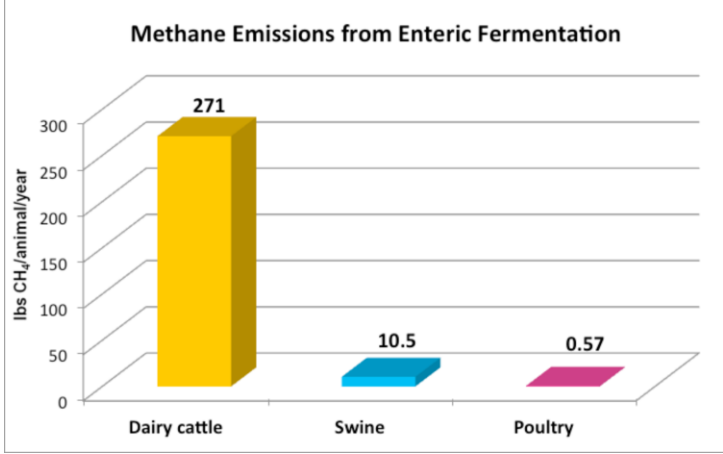
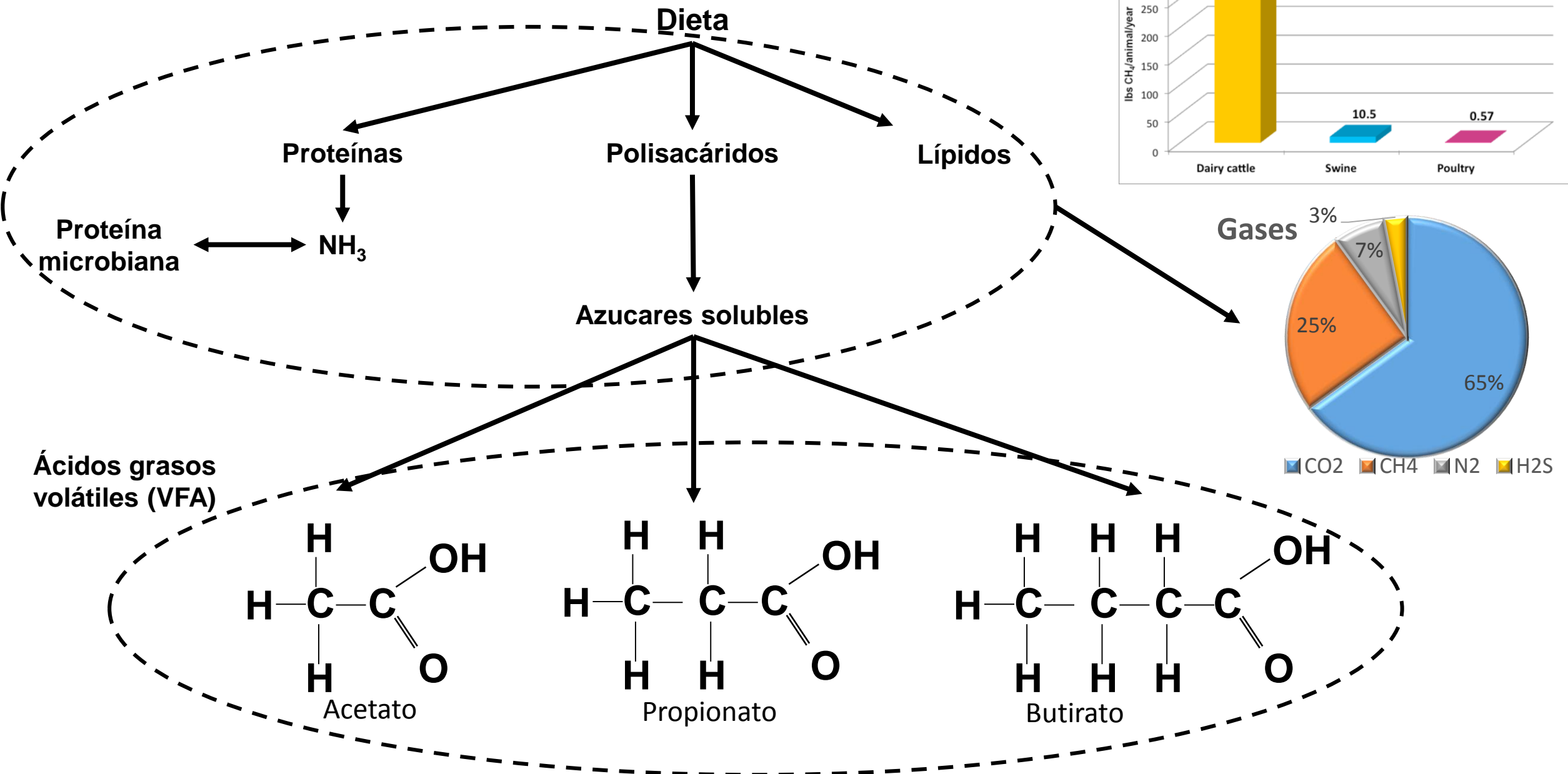
Composición de Procariotas del rumen de algunos caprinos y bovinos

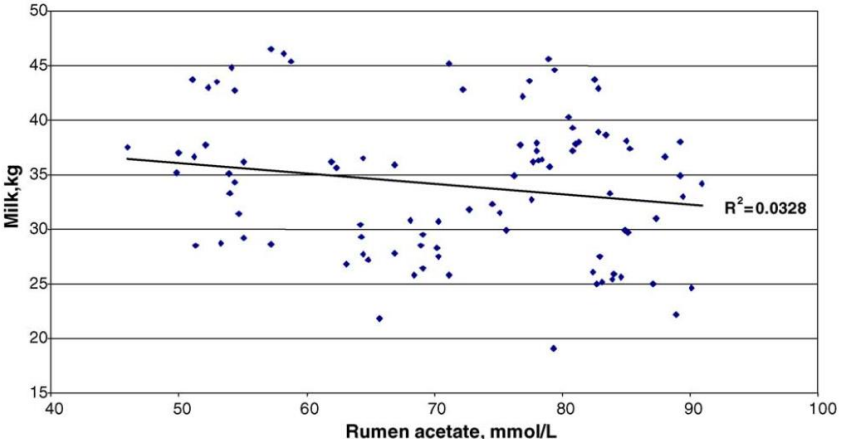


Species	Bacteria/g Fluid Digesta	Protozoa/g Fluid digesta	References
Cattle and sheep	10^{10} - 10^{11}	10^4 - 10^5	Phillipson 1987; Allison 1984
Camel	10^6 - 10^{11}	10^3 - 10^6	Hungate et al. 1959; Williams 1963
Collared peccary	-	19^6	Carl & Brown 1983; Lochmiller et al. 1989
Eastern grey kangaroo	-	10^4	Dellow & Hume 1982; Dellow et al. 1988
Swamp wallaby	10^{11}	10^4	Dellow et al. 1988
Quokka	10^{10}	10^6	Moir 1965; 1968
Tammer wallaby	10^{11}	10^4	Dellow et al. 1988
Three-toed sloth	-	0	Britton 1941; Denis et al. 1967
Colobus monkey	10^6 - 10^8	0	Kuhn 1964; Ohwaki et al. 1974
Langur monkey	10^{10}	0	Bauchop & Matucci 1968
Gray whale	10^7 - 10^8	-	Herwig et al. 1984
Bowhead whale	10^8 - 10^{10}	-	Herwig et al. 1984
Minke whale	10^{10}	-	Mathieson et al. 1990; Olsen et al. 1994
Hoatzin	10^9	10^4	Grajal et al. 1989; Dominguez-Bello 1993

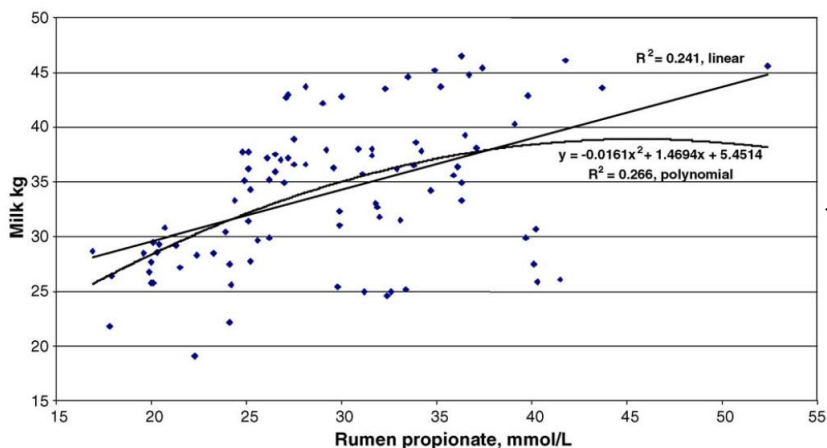
Densidad de microorganismos en el digestivo anterior de diversos animales.

Digestión en el rumen por microorganismos

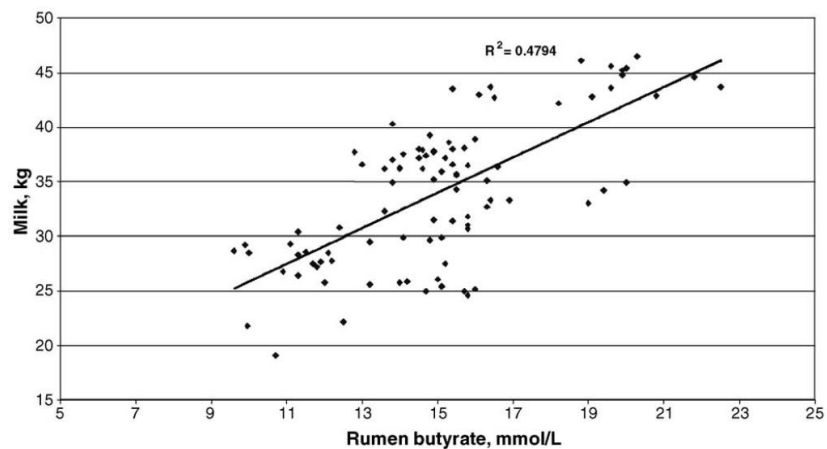




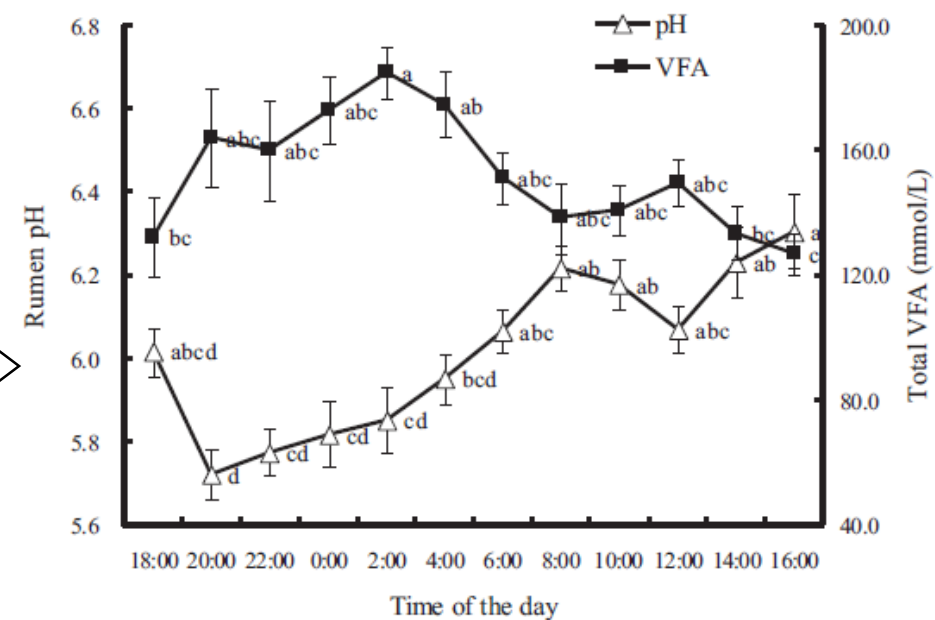
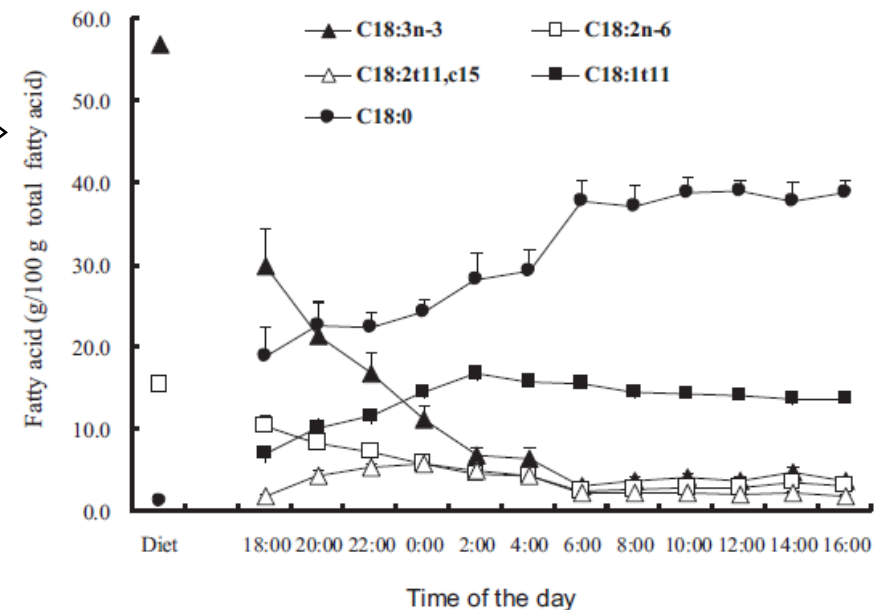
Variación de la composición de ácidos grasos en el bolo alimenticio del rumen vacuno a medida que progresa la digestión.



Relación entre la producción de leche y la concentración de los VFA en el rumen vacuno



Variación del pH y de la concentración de VFA en el rumen vacuno a medida que progresa la digestión.



Ordene a los herbívoros de las figuras según las categorías del cuadro

Fermentadores gástricos			Fermentadores intestinales
No rumiantes	Rumiantes		
	Selectivos (browsers)	No selectivos (grazers)	

Tener en cuenta los esquemas de tracto digestivo

Compare los dos estrategias morfo-fisiológicas de fermentación de plantas en mamíferos

	Fermentadores gástricos	Fermentadores intestinales
Rumiantes		
Calidad de pastura requerida		
Maceración mecánica del alimento		
Recibe material bien digerido		
Aprovechamiento del Nitrógeno		
Aprovechamiento de nutrientes lábiles		
Tiempo de digestión		
Coprofagia		
Neutralización de sustancias toxicas vegetales		

Compare los dos tipos de rumiantes

	Rumiantes selectivos	Rumiantes no selectivos
Dieta		
Apertura bucal y labios		
Lengua		
Producción de saliva		
Desarrollo de la musculatura del estomago		
Tamaño del hígado		
Rumen		



Giraffa camelopardalis



Capreolus capreolus



Alces alces



Lithocranius walleri



Tragelaphus strepsiceros



Madoqua kirkii



Odocoileus virginianus



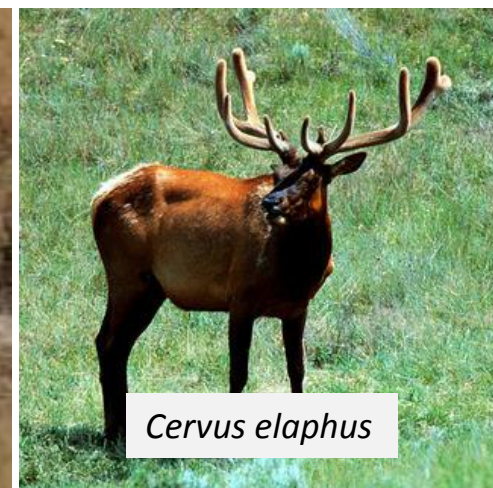
Muntiacus muntjak



Ovibos moschatus



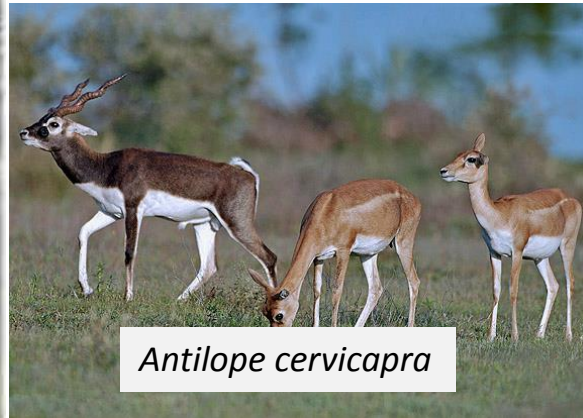
Gazella thomsonii



Cervus elaphus



Bubalus bubalis



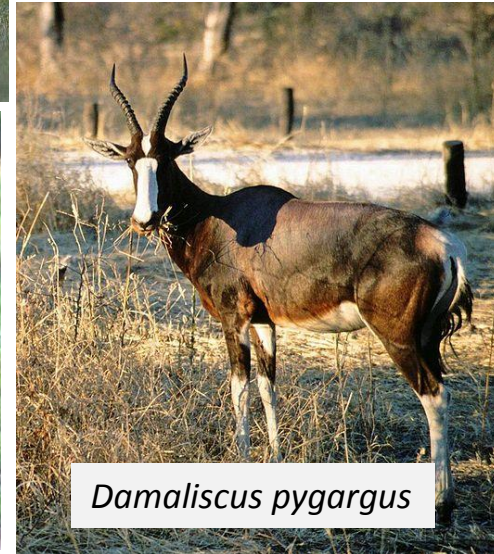
Antilope cervicapra



Connochaetes taurinus



Bos javanicus



Damaliscus pygargus



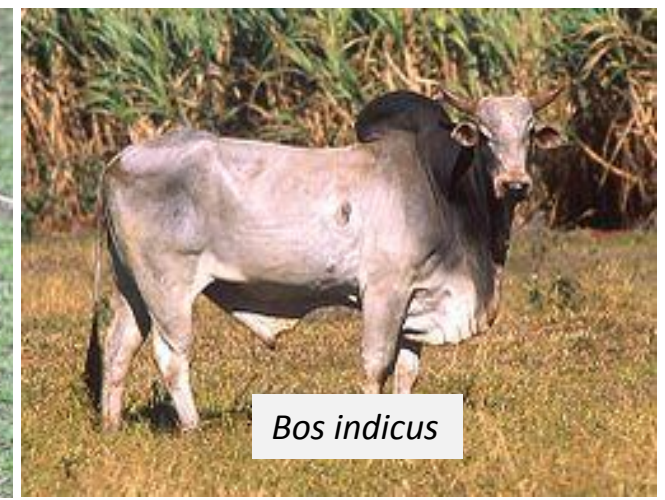
Oryx beisa



Capra ibex



Ovis ammon



Bos indicus



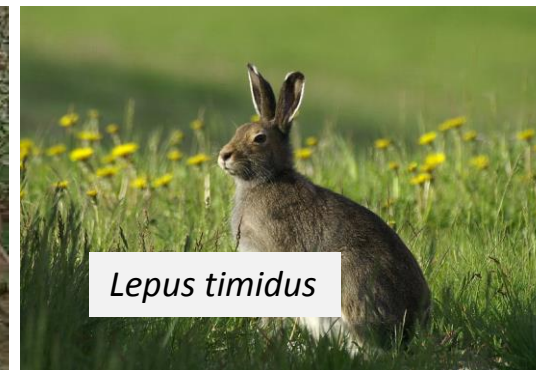
Equus ferus przewalskii



Phascolarctos cinereus



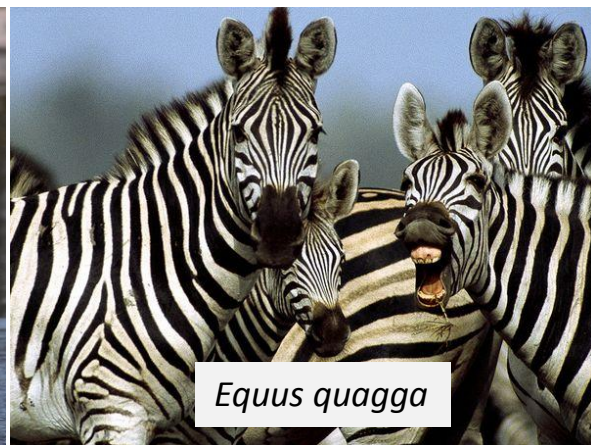
Babyrousa babyrusa



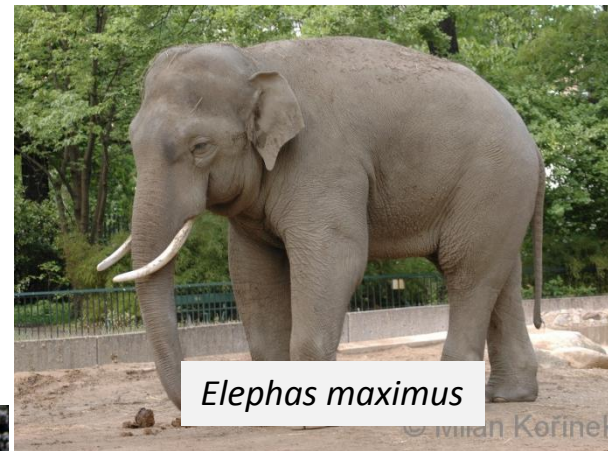
Lepus timidus



Hydrochaeris hydrochaeris



Equus quagga



Elephas maximus



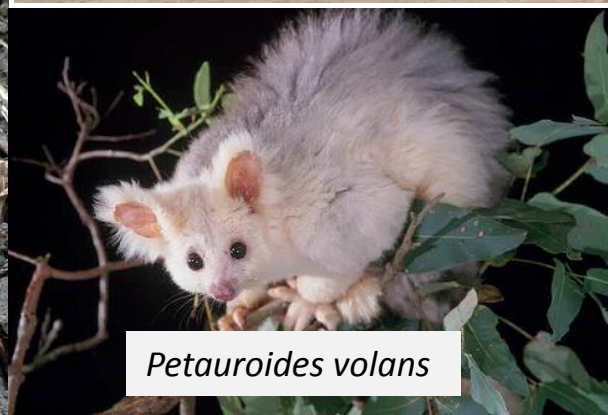
Ailuropoda melanoleuca



Ceratotherium simum



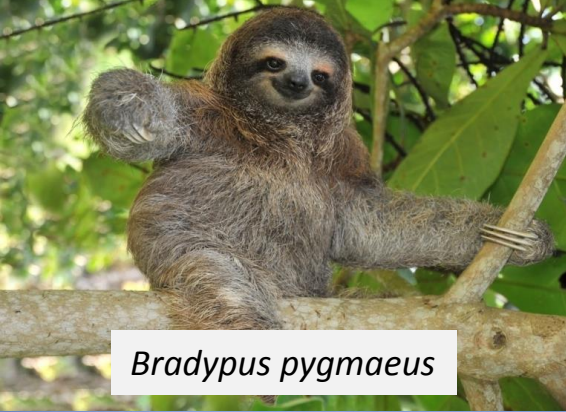
Microtus pennsylvanicus



Petauroides volans



Pongo pygmaeus



Bradypus pygmaeus



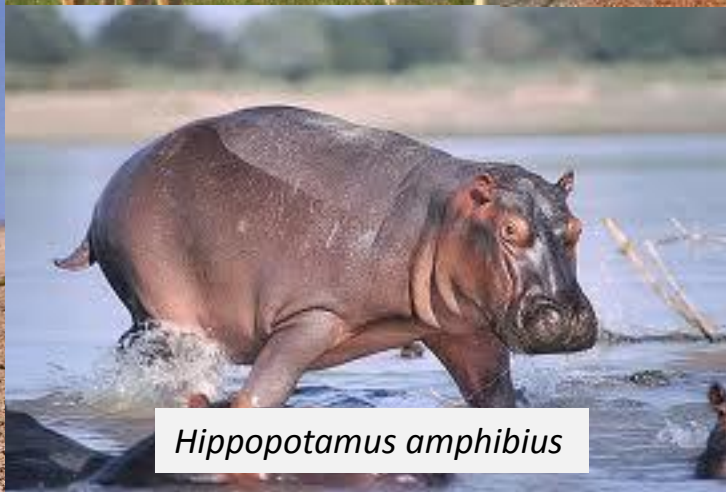
Lama glama



Macropus rufus



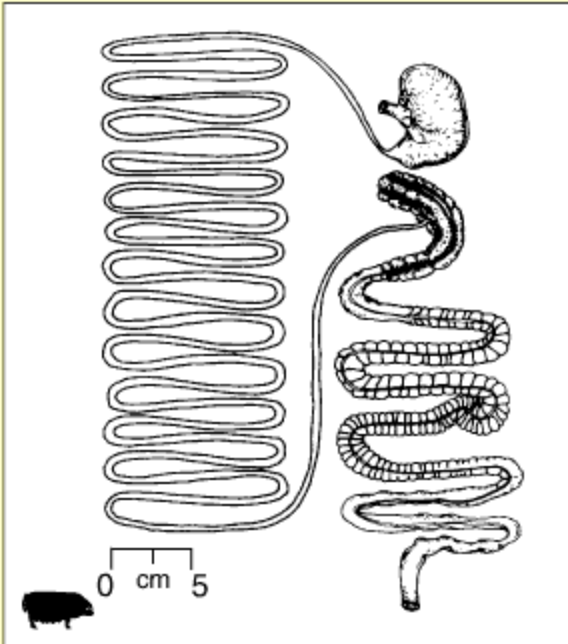
Camelus dromedarius



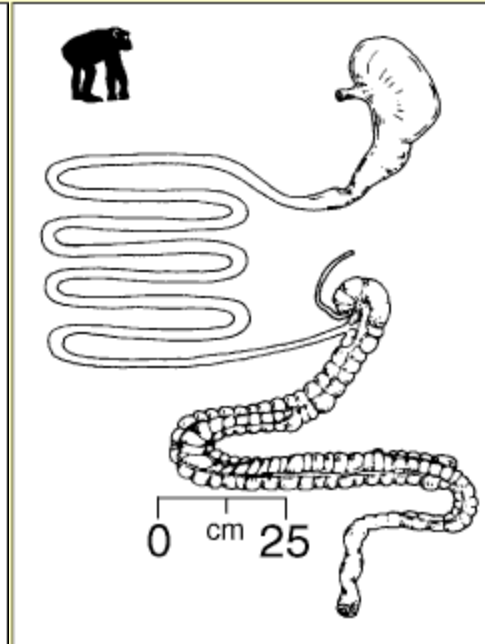
Hippopotamus amphibius



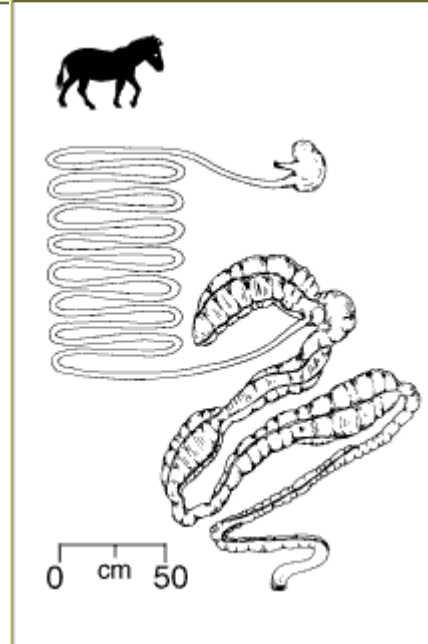
Simia polycomos



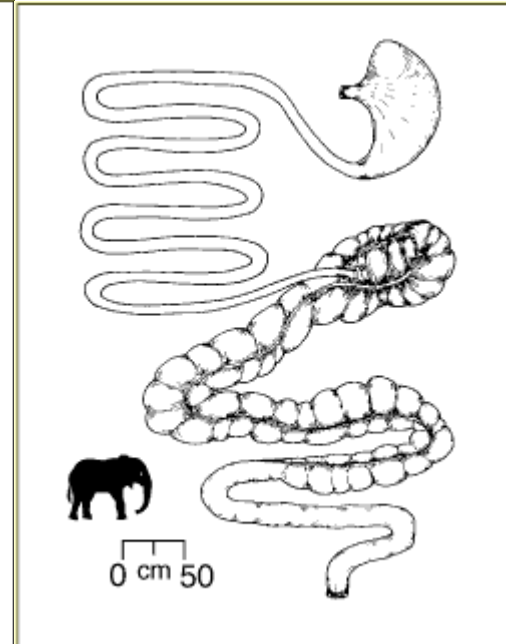
Sus scrofa



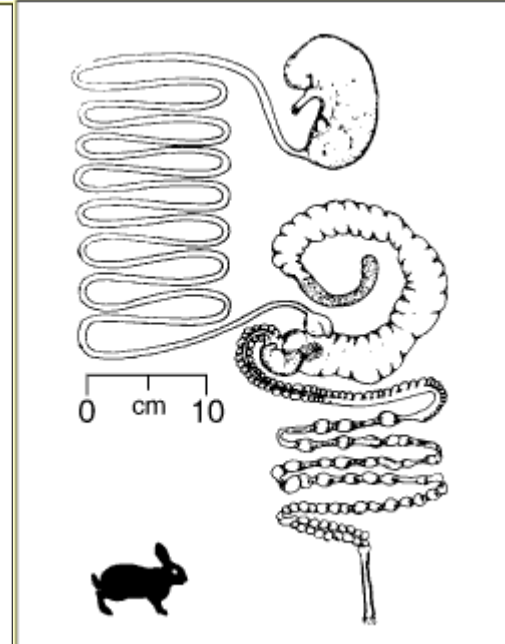
Pan troglodytes



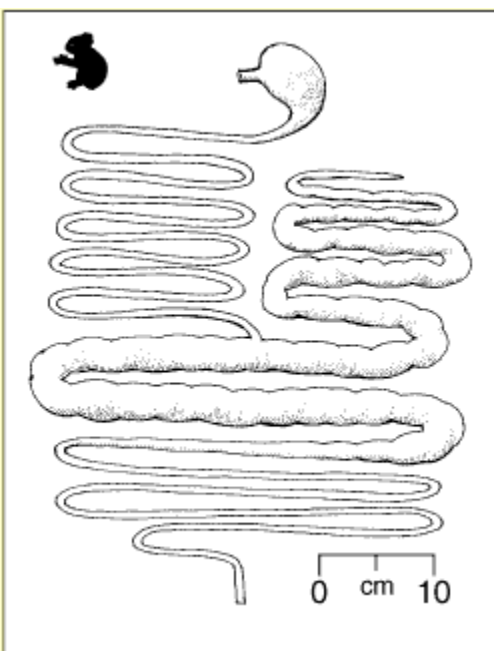
Equus burchelli



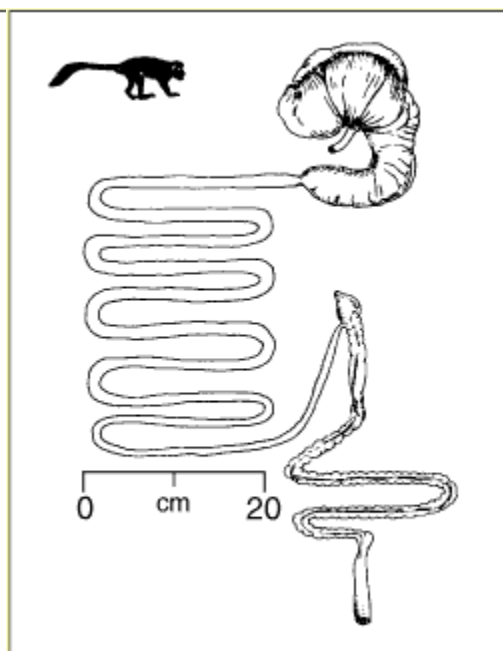
Loxodonta africana



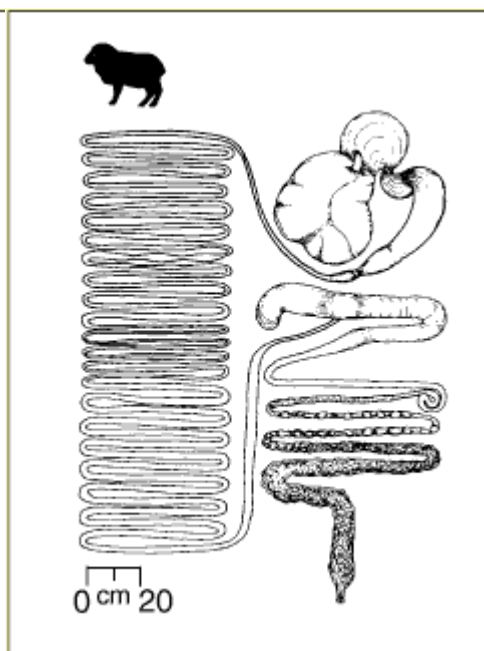
Oryctolagus cuniculus



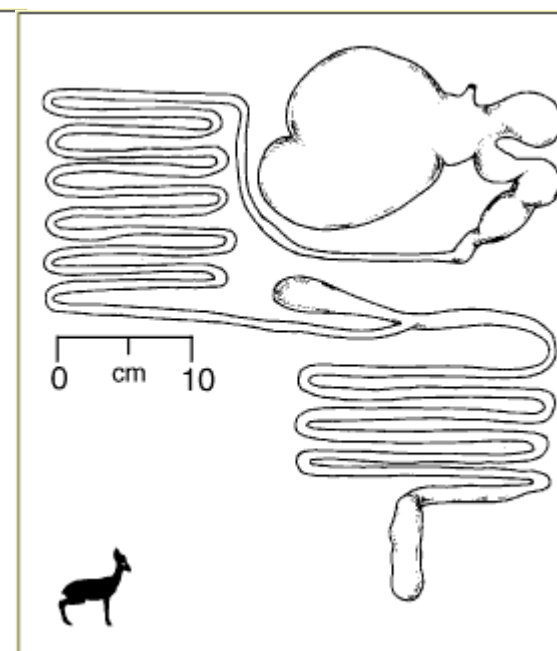
Phascolarctos cinereus



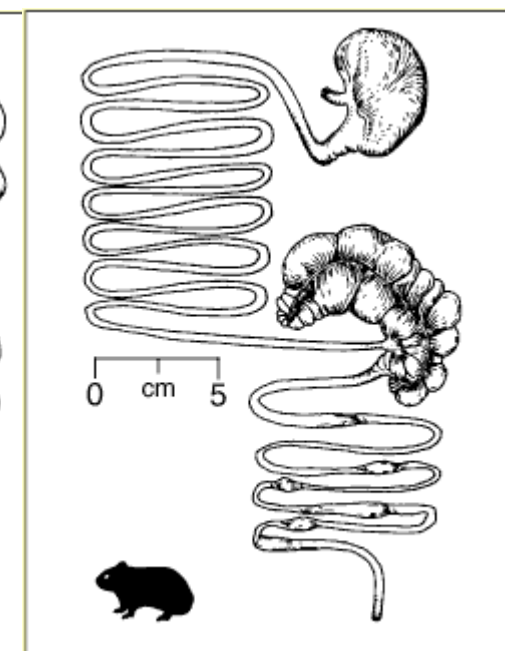
Colobus abyssinicus



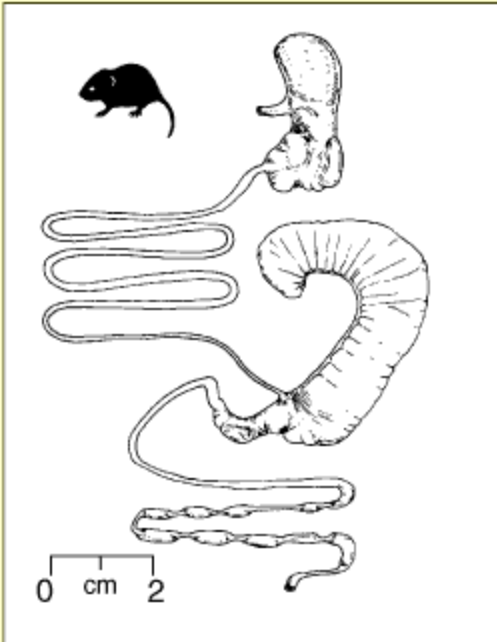
Ovis aries



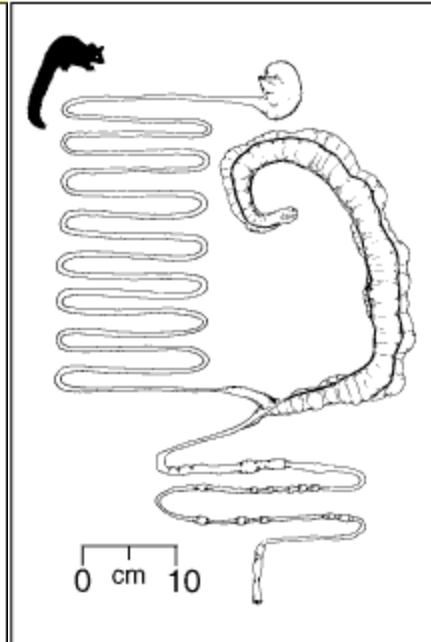
Madoqua guentheri



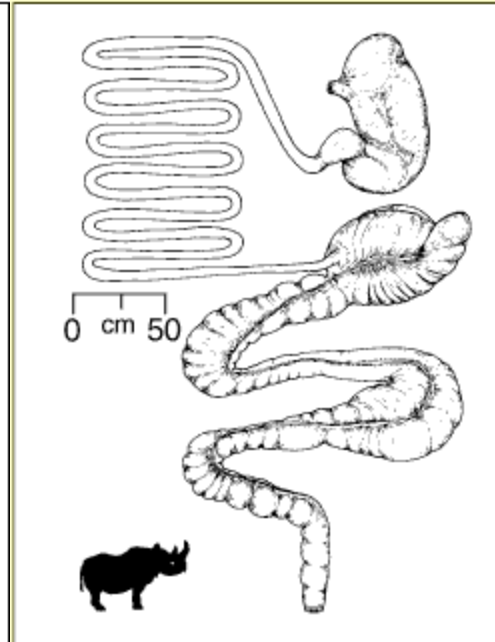
Cavia porcellus



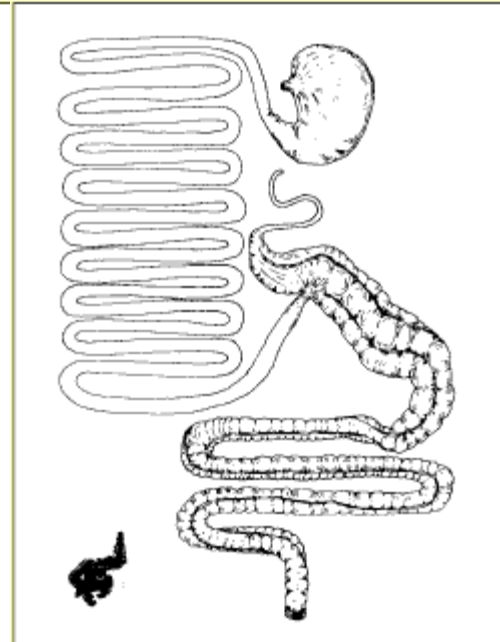
Microtus pennsylvanicus



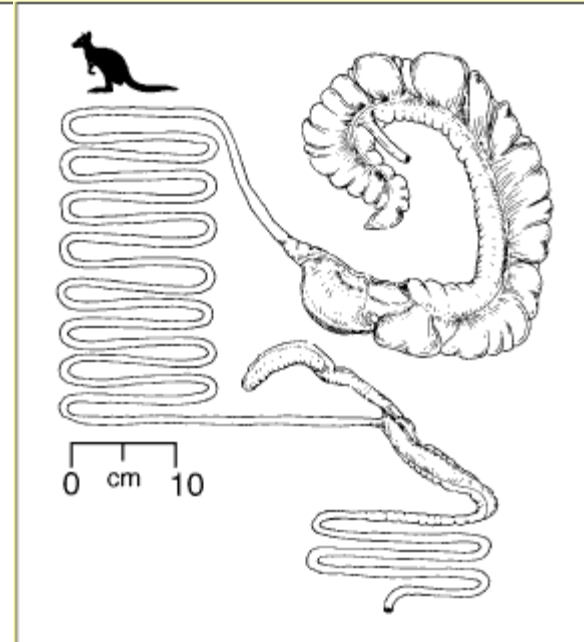
Petauroides volans



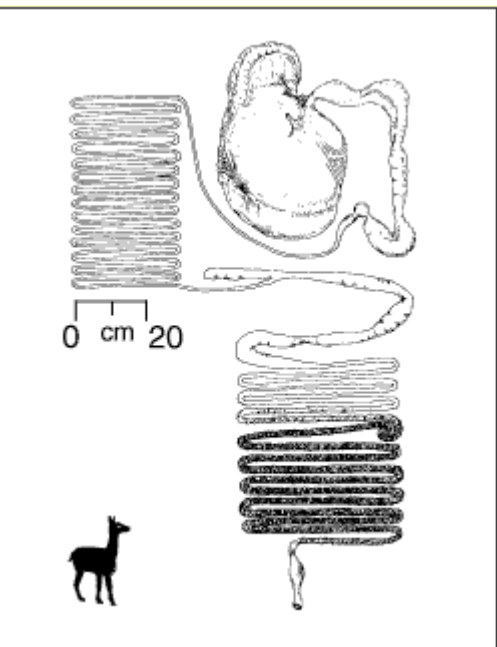
Diceror bicornis



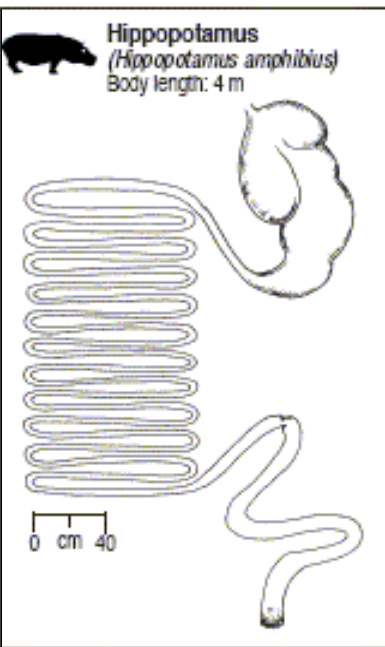
Pongo pygmaeus



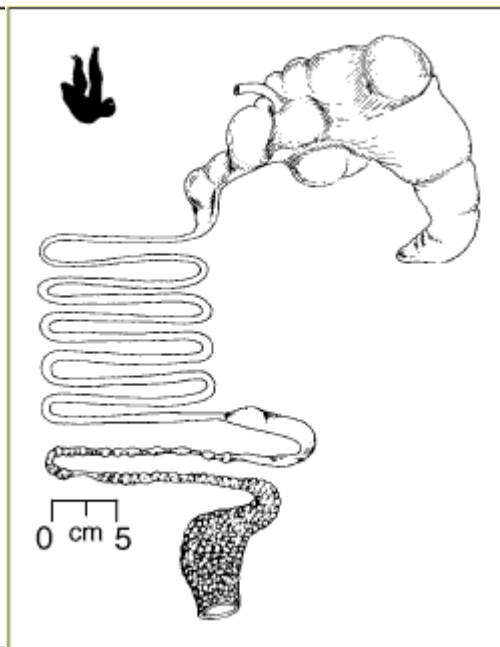
Macropus giganteus



Lama glama



Hippopotamus amphibius



Bradypus tridactylus

Bibliografía:

- Sun, X.Q., Gibbs, S.J. 2012. Diurnal variation in fatty acid profiles in rumen digesta from dairy cows grazing high-quality pasture. *Animal Feed Science and Technology* 177:152– 160
- Seymour, W.M., Campbell, D.R., Johnson, Z.B. 2005. Relationships between rumen volatile fatty acid concentrations and milk production in dairy cows: a literature study. *Animal Feed Science and Technology* 119:155–169
- Hackmann, T. J., Spain, J. N. 2010. Ruminant ecology and evolution: Perspectives useful to ruminant livestock research and production. *J. Dairy Sci.* 93 :1320–1334
- Kuntz, R., Kubalek, C., Ruf, T., Tataruch, F. Arnold, W. 2006. Seasonal adjustment of energy budget in a large wild mammal, the Przewalski horse (*Equus ferus przewalskii*). *The Journal of Experimental Biology* 209, 4557-4565
- Sakaguchi, E. 2003. Digestive strategies of small hindgut fermenters. *Animal Science Journal* 74, 327–337
- Clauss, M., Frey, R., Kiefer, B., Lechner-Doll, M., Loehlein, W., Polster, C., Rössner, C.E., Streich, W.J. 2003. The maximum attainable body size of herbivorous mammals: morphophysiological constraints on foregut, and adaptations of hindgut fermenters. *Oecologia* 36:14–27
- Kohl, K.D., Denise Dearing, M. 2011. Induced and constitutive responses of digestive enzymes to plant toxins in an herbivorous mammal. *The Journal of Experimental Biology* 214, 4133-4140
- Hofmann, R.R. 1989. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: A comparative view of their digestive system. *Oecologia* 78:443-457
- Ley, R.E., Hamady, M., Lozupone, C., Turnbaugh, P.J., Ramey, R.R., OBircher, J.S., Schlegel, M.L., Tucker, T.A., Schrenzel, M.D., Knight, R., Gordon, J.L. 2008. Evolution of Mammals and Their Gut Microbes. *Science* 320: 1647-1651