



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

“Modificaciones anatómicas de las glándulas salivales y músculos masticatorios de terneros Holando alimentados con heno o concentrado en la etapa de lactante”

por

Nicolás IGLESIAS LÓPEZ

Joaquín LÓPEZ GARULA

Pablo Agustín RODRÍGUEZ SOUZA

TESIS DE GRADO presentada como uno de los requisitos para obtener el título de Doctor en Ciencias Veterinarias

Orientación: Producción Animal (JL, PR) y Medicina Veterinaria (NI)

MODALIDAD: Ensayo experimental

MONTEVIDEO

URUGUAY

2020

Tesis de grado aprobada por:

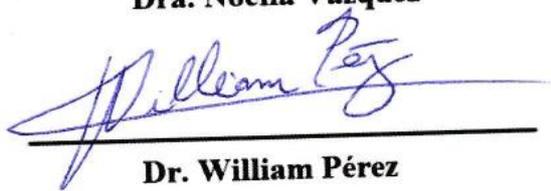
Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa:



Dra. Noelia Vazquez

Segundo miembro (Tutor):



Dr. William Pérez

Tercer miembro:



Germán Antúnez Tort, DCV, MSc.

Fecha: 13/12/2020

Autores:



Nicolás IGLESIAS LÓPEZ



Joaquín LÓPEZ GARULA



Pablo Agustín RODRÍGUEZ SOUZA

519301 Donación Comisión Fosfórico 2020

AGRADECIMIENTOS

A nuestros familiares y amigos por el apoyo durante todos estos años.

Al Dr. William Pérez, por guiarnos en el proceso y ayudarnos a concretar este trabajo.

Al Instituto de Producción Animal de la Facultad de Veterinaria y a la Unidad Académica de Anatomía Veterinaria.

TABLA DE CONTENIDOS:

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
LISTA DE TABLAS.....	5
LISTA DE FIGURAS.....	5
<u>RESUMEN</u>	6
<u>SUMMARY</u>	7
<u>1. INTRODUCCIÓN</u>	8
<u>2. OBJETIVOS</u>	14
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	14
2.2. OBJETIVOS PARTICULARES.....	14
<u>3. MATERIALES Y MÉTODOS</u>	15
<u>4. RESULTADOS</u>	19
<u>5. DISCUSIÓN</u>	21
<u>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	25

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.....	12.
Tabla 2.....	13.
Tabla 3.....	14.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	10.
Figura 2	11.

RESUMEN

El sistema de alimentación de las terneras lecheras está cambiando drásticamente, pasando a ser la alta ingesta de lácteos en los primeros meses de vida un objetivo buscado. Esto produce efectos beneficiosos a largo plazo en la producción de leche, animales más pesados al momento del desleche y edad al primer parto más temprana. Todas las investigaciones realizadas evaluando cambios morfológicos según los tipos de dieta en terneros se han centrado mayormente en el rumen. Se ha ignorado por completo el estudio de los otros órganos del aparato digestivo, dentro de estos las glándulas salivales y los músculos masticatorios en los cuales se enfoca este estudio. Se utilizaron 20 terneros machos, recién nacidos, de la raza Holando. los animales fueron alimentados con 8 litros de sustituto lácteo comercial de alta calidad, a un grupo se le adicionó la alimentación con heno de alfalfa *ad libitum*, al otro, alimento balanceado iniciador comercial desde el inicio del ensayo hasta el desleche (56-60 días de vida). Se pesaron las glándulas salivales y los músculos masticatorios, también se midió la longitud y espesor de los mismos. Para comparar los resultados cuantitativos de ambos grupos se utilizó el Test de t para dos muestras independientes. El peso de las glándulas parótidas represento el 0,11% del peso corporal en los animales alimentados con forraje y el 0,10% en los alimentados con concentrado. El peso de las glándulas mandibulares represento el 0,12% del peso corporal de los animales alimentados con forraje y el 0,12% en los alimentados con concentrado. El peso de los músculos maseteros represento el 0,20% del peso corporal de los animales alimentados con forraje y el 0,19% en los alimentados con concentrado. El peso de los músculos temporales represento el 0,04% del peso corporal de los animales alimentados con forraje y el 0,03% en los alimentados con concentrado. Debido a la alta ingesta de líquidos y a la reducida duración del experimento no encontramos diferencias significativas en los parámetros estudiados.

SUMMARY

The feeding system of dairy calves is drastically changing, with high dairy intake in the first months of life becoming a sought after objective. This produces beneficial long-term effects on milk production, heavier animals at the time of shedding and the earliest age at first calving. All the investigations carried out evaluating morphological changes according to the types of diet in calves have focused mainly on the rumen. The study of the other organs of the digestive system, within these the salivary glands and the masticatory muscles on which this study is focused, has been completely ignored. Twenty newborn male calves of the Holstein breed were used. The animals were fed with 8 liters of high quality commercial milk substitute, one group was fed with alfalfa hay ad libitum, to the other, balanced commercial starter feed from the beginning of the trial until the milk wasted (56-60 days of life). The salivary glands and chewing muscles were weighed, their length and thickness were also measured. To compare the quantitative results of both groups, the t-test was used for two independent samples. The weight of the parotid glands represented 0.11% of the body weight in the animals fed with forage and 0.10% in those fed with concentrate. The weight of the mandibular glands represented 0.12% of the body weight of the animals fed with forage and 0.12% in those fed with concentrate. The weight of the masseter muscles represented 0.20% of the body weight of the animals fed with forage and 0.19% in those fed with concentrate. The weight of the temporal muscles represented 0.04% of the body weight of the animals fed with forage and 0.03% in those fed with concentrate. Due to the high fluid intake and the short duration of the experiment, we did not find significant differences in the parameters studied.

1. INTRODUCCIÓN

La nutrición de los terneros jóvenes es de vital importancia para la salud de los mismos y la rentabilidad de las explotaciones lecheras. Muchos productores destetan los terneros a una edad temprana para reducir los costos asociados con la alimentación líquida. Una transición gradual, desde la alimentación líquida a la sólida permite a los terneros consumir y digerir suficiente alimento sólido para soportar el crecimiento durante y después del destete; esta transición coincide con varios cambios morfológicos y ajustes fisiológicos en el animal (Baldwin y col., 2004).

El sistema de alimentación de las terneras lecheras está cambiando drásticamente, pasando a ser muy alta la ingesta de lácteos en los primeros meses de vida, siendo un objetivo buscado (efectos a largo plazo en producción de leche). Esto es muy diferente El sistema predominantetiende a utilizar la mínima cantidad de productos lácteos por motivos económicos. El rol principal del alimento sólido ya no sería el de suministrar energía y proteína al ternero, aspecto cubierto por el alto consumo de lácteos, pero sí podría tener otros roles en el desarrollo del animal. Los sistemas modernos de alimentación de terneras tienden a optimizar el crecimiento en las primeras etapas de la vida, lo que mejorará la performance de estos animales cuando sean vacas adultas (Repetto y col., 2016).

Entre los desafíos fisiológicos más importantes de los terneros está el desarrollo del rumen, órgano que experimenta un gran desarrollo físico y metabólico (Warner y col., 1956; Flat y col., 1959; Sander y col., 1959; Smith, 1961; Gilliland y col., 1962; Hamada y col., 1976; Tamate y col., 1962; Ørskov y col., 1970). Se sabe que cantidades crecientes de concentrado en la dieta no resultan en cambios en la musculatura del rumen, pero sí en aumento de la densidad y altura de las papilas (Flat y col., 1959; Rickard y Ternouth, 1965; Stobo y col., 1966). El uso excesivo de concentrados puede causar una acumulación rápida de los productos finales de la fermentación con una disminución del pH (Beharka y col., 1996), una disminución en la motilidad del rumen (Nocek, 1997; Owens y col., 1993), crecimiento excesivo y queratinización de las papilas ruminales (Nocek y Kesler, 1980), y, en consecuencia, una disminución en la absorción de AGV (Hinders y Owen, 1965). Por lo tanto, se ha planteado la hipótesis de que agregar fibra a una dieta concentrada reduciría los problemas ruminales (Cozzi y col., 2002; Suarez y col., 2006, 2007).

Las glándulas salivales parótida y mandibular (Fig, 1) están bien descritas en el libro de Barone (2010 a). Acorde a este autor, la glándula parótida de los bovinos adultos pesa en promedio 115 g, mide de 15 a 17 cm de largo y su ancho máximo es de 4 a 5 cm en su extremidad dorsal. Alargada dorsoventralmente, progresivamente estrechada hacia su extremidad ventral, la parótida está incurvada para moldearse sobre el borde caudal del músculo masetero y sobre el ángulo de la mandíbula. Su extremidad dorsal se coloca contra la base de la oreja y remonta un poco rostralmente a ella, pero no forma ángulo retroauricular. El borde rostral se extiende sobre la superficie del músculo masetero, y deja al descubierto cerca de la articulación temporomandibular al nódulo linfático parotídeo. El borde caudal, cubierto por el músculo parotídeoauricular, está a distancia del ala del atlas, donde la separa el lóbulo caudal de la glándula mandibular. En su mitad ventral la glándula parótida se relaciona con la glándula mandibular. El conducto parotídeo se abre en el vestíbulo oral frente al segundo molar superior.

La glándula mandibular es muy desarrollada, su peso unitario medio es de 140 g, su longitud alcanza de 18 a 20 cm, su ancho de 8 cm. Ella describe una curva que surge desde el ala del atlas y es divisible en dos lóbulos, rostral y caudal. El lóbulo rostral es voluminoso y tiende a unirse al opuesto en el espacio intermandibular. Es fácilmente palpable sobre el viviente y su cara lateral está en relación con el voluminoso nódulo linfático mandibular. El lóbulo caudal, más estrecho y más largo está cubierto por la glándula parótida, a la que desborda en su parte caudal. La vena retromandibular y la vena linguofacial pasan en su cara lateral y la arteria carótida común y estructuras asociadas en su cara medial. El conducto mandibular se forma por la unión de una rama procedente de cada lóbulo y termina en la carúncula sublingual.

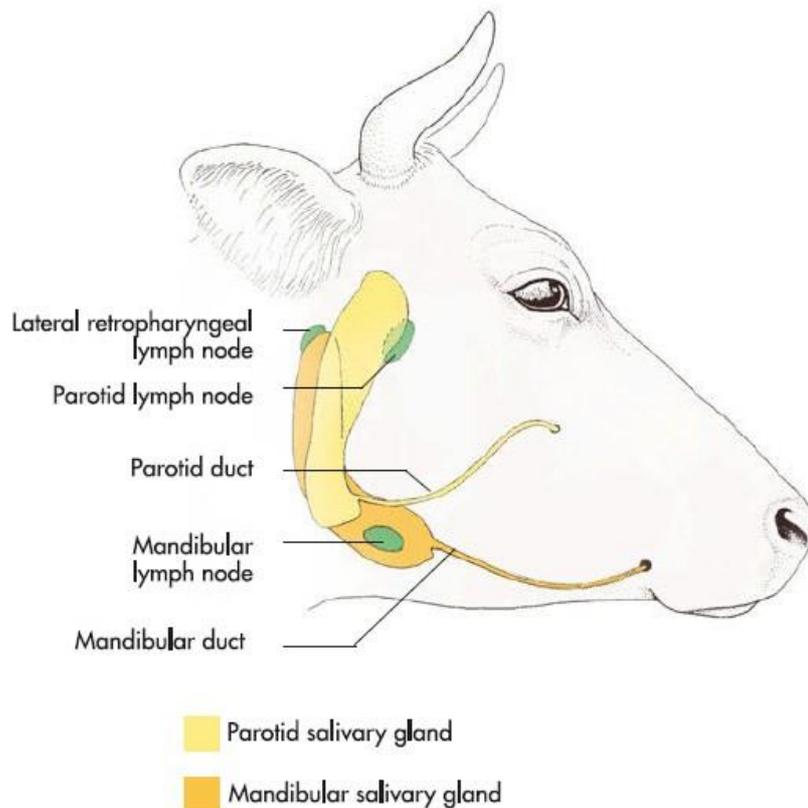


Figura 1. Glándulas parótida y mandibular del bovino adulto. Vista lateral derecha. (Modificada de König y Liebich, 2020).

En rumiantes domésticos, las principales funciones de la saliva son la lubricación de los alimentos, el mantenimiento de un pH adecuado en el contenido ruminal, que es favorable para la actividad de los microorganismos fermentadores de fibras (es decir, una función amortiguadora) (Mc Dougall, 1948), y la provisión de fósforo requerido por estos microorganismos (Breves y col., 1987). El propio fluido salival es parte del sistema de flujo continuo que constituye parte del contenido del estómago del rumiante (Adler y Dye, 1957; Mendel y Boda, 1961; Gurnsey y col., 1980; Clauss y col., 2006). Más recientemente, se ha sugerido una función protectora específica para el esmalte dental (Mau et al., 2006).

Los músculos masticatorios, también bien descritos por Barone (2010b), están especialmente afectados al movimiento de la mandíbula, moviendo las articulaciones temporomandibulares. Su morfología, así como la de los dientes, depende del régimen

alimentario. Estos músculos son el masetero, temporal, pterigoideos medial y lateral y digástrico. Los dos primeros son superficiales, instalados respectivamente en la cara lateral de la rama mandibular y en la fosa temporal (Fig. 2).

En una investigación reciente (Braun y col, 2015) las vacas comieron un promedio de 265 ± 54 min y masticaron 17.077 ± 3646 veces al día. La duración de la rumia fue 441 ± 71 min, hubo 578 ± 94 bolos por día y 55 ± 10 ciclos de masticación por bolo. Hubo correlaciones positivas significativas ($P < 0.01$) entre la duración de la ingesta y el número de ciclos de masticación durante la ingestión ($r = 0.94$), entre la duración de la rumia y el número de ciclos de masticación por bolo regurgitado ($r = 0.56$) y entre la duración de la rumia y el número de bolos regurgitados por día ($r = 0,53$). Este trabajo indica la actividad a la que están sometidas estos músculos diariamente.

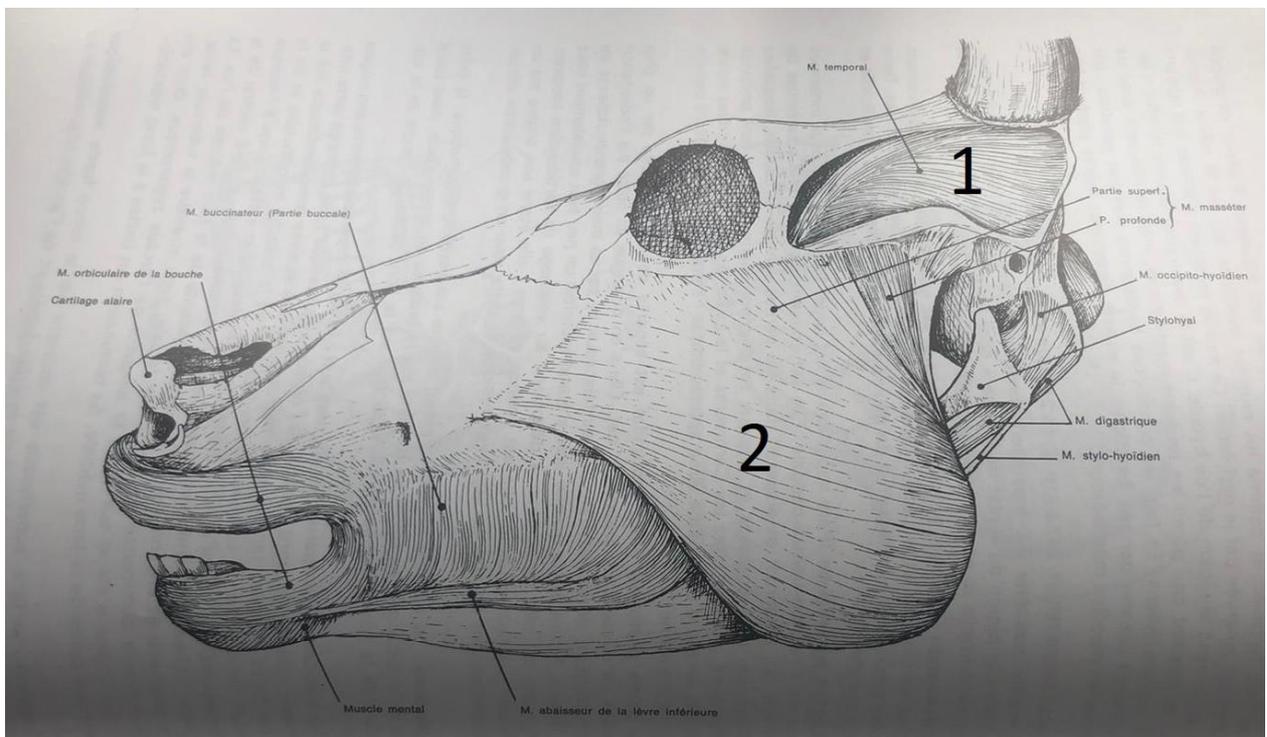


Figura 2. Músculos masticatorios y profundos de la mejilla de un bovino, Vista lateral izquierda. 1: Músculo temporal; 2: Músculo masetero. Modificada de Barone (2010 b).

El conocimiento de la adaptabilidad de las dietas en los diferentes nichos ecológicos que habitan los rumiantes puede aportar información útil al manejo de las dietas y la nutrición de los rumiantes domésticos. Los rumiantes taxonómicos se clasifican acorde a sus tipos alimentarios en tres grupos: ramoneadores, intermedios y pastoreadores

(Hofmann y Stewart, 1972; Hofmann, 1973, 1989). De aproximadamente 300 especies de rumiantes, incluyendo 9 especies domésticas, solo 25 % son clasificadas como pastoreadores. Este grupo se caracteriza por la adaptación a forraje rico en pared celular de la planta, carbohidratos estructurales (ej: celulosa); en suma: comida fibrosa. El bovino, ovino, búfalo de agua y el banteng pertenecen a este grupo. El 40 % de los rumiantes estudiados corresponden a la categoría de los ramoneadores, los cuales se alimentan de ramas y hojas de árboles y arbustos, derivando la mayor parte de su nutrición de contenidos celulares rápidamente fermentables. Alrededor del 35 % de las especies rumiantes son morfofisiológicamente intermedias (IM), ubicadas entre los dos grupos extremos; practican un marcado grado de selectividad del forraje. Estas especies seleccionan una mezcla en la dieta, pero evitan el alimento fibroso tanto como sea posible, en forma oportunista según las fluctuaciones estacionales de la calidad del forraje. La cabra doméstica y el ciervo rojo pertenecen a este grupo.

Las dietas de los rumiantes salvajes incluyen pastos, ramas (hojas y ramas de plantas leñosas) y frutos salvajes. El término seleccionadores de concentrado para los ramoneadores ha sido eliminado debido a que los pastos no son siempre menos digestibles (Clauss y col., 2008 a). El componente fibroso de los pastos contiene altos porcentajes de hemicelulosa y celulosa. Las ramas y hojas tienen un alto contenido de lignina pero también contienen fibra rápidamente fermentable como las pectinas. Como resultado, el pasto tiene diferentes características de fermentación que las ramas (Hummel y col., 2006). Hofmann (1988,1989) planteó, basado en varios ejemplos, que una diferencia de peso de las glándulas salivales fue un hallazgo consistente en la comparación morfológica de los tipos de alimentación de los rumiantes. De acuerdo con Hofmann y col. (2008), la masa relativa de la parótida fue de 0,18-0,22% de la masa corporal en los ramoneadores, 0,08-0,15% en los intermedios, y 0,05-0,07% en los pastoreadores.

Una de las asunciones clave en las investigaciones de diferencias entre los ungulados ramoneadores y pastoreadores es que las gramíneas requieren mayores fuerzas masticatorias para un grado similar de reducción del tamaño de las partículas en comparación a la dieta de los ramoneadores (Stöckmann, 1979; Solounias y Dawson-

Saunders,1988). Vinculado a esto, se ha demostrado que los pastoreadores poseen una

masa mayor de músculos masticatorios que los ramoneadores (Clauss y col., 2008 b).

Estudios anatómicos detallados de los órganos digestivos que se han realizado en rumiantes salvajes aún no se han realizado en rumiantes domésticos, y mucho menos en los primeros meses de vida.

Todas las investigaciones realizadas evaluando cambios morfológicos según los tipos de dieta en terneros se han centrado mayormente en el rumen. Si bien es el compartimento más grande del estómago de los rumiantes, se ha ignorado por completo el estudio de los otros órganos del aparato digestivo, que son fundamentales como las glándulas salivales, músculos masticatorios, retículo, surco reticular, omaso, glándulas anexas e intestino, entre otros órganos.

Las variables a analizar permitirán conocer las distintas adaptaciones morfo fisiológicas de la boca a las diferentes dietas que se utilizarán.

Como hipótesis de trabajo y extrapolando de lo que sucede en otras especies de rumiantes, tenemos la siguiente pregunta: ¿Las glándulas salivales tienen menor peso y los músculos masticatorios tienen mayor peso relativos al peso corporal en los animales alimentados con forraje?

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General:

Determinar el efecto de dos dietas basadas en sustituto lácteo con la inclusión de concentrado o forraje sobre el desarrollo morfológico de las glándulas salivales y músculos masticatorios.

2.2 Objetivos Particulares:

2.2 Estudiar la anatomía macroscópica de las glándulas salivales y músculos masticatorios.

2.2 Determinar el porcentaje de peso corporal que representan los músculos maseteros, temporales y cada una de las glándulas salivales.

2.2 Comparar los parámetros evaluados entre ambos grupos de terneros.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Local de estudio, animales y su manejo.

El ensayo experimental se realizó en el Campo Experimental n° 2 y en el Instituto de Producción Animal de Veterinaria ubicado en ruta 1 Km 42, Libertad, San José. Para este estudio se utilizaron 10 terneros machos, recién nacidos, de la raza Holando. Durante la cría fueron alojados bajo techo en jaulas individuales de 2 x1 metros, estando todas en las mismas condiciones sanitarias y ambientales (acorde agley y col. 2006). Los animales fueron bloqueados por peso vivo (40.15 ± 3.4 Kg) y asignados aleatoriamente a uno de los dos tratamientos de 5 animales cada uno. Los animales fueron alimentados con sustituto lácteo comercial de alta calidad, suministrado al 20% de peso vivo inicial, a un grupo se le administró heno de alfalfa *ad libitum*, al otro grupo le fue administrado alimento balanceado iniciador comercial *ad libitum*, desde el inicio del ensayo hasta el desleche (56-60 días de vida). Se llevó a cabo un período de adaptación a las dietas de 4 días. Se mantuvieron en este régimen alimenticio hasta los 60 días de edad..

Luego de mantener los animales 60 días en las condiciones experimentales del grupo al que pertenecen, se procedió a la eutanasia y posterior disección. El día de la eutanasia que se realizó en la mañana no se administraron alimentos de ningún tipo. El método de sacrificio fue el uso de pistola de perno cautivo y posterior desangrado mediante incisión de la vena yugular externa y la arteria carótida común. El procedimiento fue aprobado por la Comisión Honoraria de Experimentación Animal con el número de aprobación 685.

La composición de los alimentos utilizados se detalla en las tablas 1 y 2.

Tabla 1. Composición del sustituto lácteo de acuerdo a la etiqueta del producto.

Parámetros	
Proteína Bruta (%)	25.0
Grasa (%)	20.0
EM (Kcal)	1.6
Fibra Cruda (%)	0.3
Extracto etéreo (%)	20.0
Lactosa (%)	44.0
Cenizas (%)	4.5
Calcio (%)	1.3
Fósforo total (%)	0.6
Sodio (%)	0.4
Cloro (%)	0.5
Cobre inorg. (ppm)	11.0
Zinc inorg. (ppm)	44.0
Hierro (ppm)	111.0
Vitamina A (UI/Kg)	27000.0
Vitamina D3 (UI/Kg)	5300.0
Vitamina E (UI/Kg)	50000.0
Ionoforo (ppm)	100000.0
Lisina total (% MS)	2.7
Metionina total (%MS)	0.9

Preparación: Para preparar un litro de sustituto lácteo y de acuerdo a las instrucciones de la etiqueta del producto, se calentaron 400 ml de agua potable hasta alcanzar los 50 °C, se agregaron 131 g de polvo y 469 ml de agua a temperatura ambiente, y se mezcló hasta obtener una composición homogénea. Se ofreció el sustituto a una temperatura entre 37 °C y 39 °C, en baldes con tetina.

Párametros	
Humedad (%)	12.1
Proteína (%)	18.1
Fibracruada (%)	3.3
FDA (%)	4.0
FDN (%)	15.0
Extracto etéreo (%)	3.4
Cenizas (%)	4.9
ENI (Mcal/kg MS)	1.9
Aflatoxinas (B1, B2, G1, G2) (ppb)	< 5
DON (ppb)	< 500
Zearalenona (ppb)	< 50

Tabla 2. Composición del alimento iniciador de terneros de acuerdo a la etiqueta del producto..

FDA: Fibra Detergente Ácida FDN: Fibra Detergente Neutra EnL: Energía neta de Lactación

3.2 Métodos de estudio

El método de estudio de los animales fue la disección simple o con el uso de microscopio estereoscópico binocular. Las medidas anatómicas se tomaron siguiendo los procedimientos estándar para los rumiantes (Hofmann y col., 1995; Pérez y col., 2015; Sauer y col., 2016). Para evitar sesgo en las mediciones, las mismas fueron realizadas por el mismo investigador.

Glándulas salivales y músculos masticatorios

Se disecaron y se tomaron las medidas que se indican en la tabla de más abajo.

Glándulas salivales

Se removieron cuidadosamente las glándulas salivales mandibular y parótida, derechas e izquierdas, se limpiaron de todo tejido circundante y se pesaron.

Músculos masticatorios

Se removieron de ambos lados, los músculos masetero y temporal de cada una de sus inserciones y se pesaron.

Estadística

Los resultados se presentan como media \pm DS. Para comparar los resultados cuantitativos de ambos grupos se utilizó el Test de T para dos muestras independientes. Para la realización del mismo se utilizó el Software libre <https://www.socscistatistics.com/tests/studentttest/default2.aspx>

4. RESULTADOS

No hubo diferencias significativas en ninguno de los parámetros estudiados.

En la tabla 3 se presentan los resultados obtenidos de ambos grupos de terneros.

Los resultados más relevantes relativos al peso y peso relativo de los órganos estudiados para ambos grupos son:

Terneros alimentados con forraje:

- Los pesos de las glándulas parótidas del grupo de terneros alimentados a forraje tuvieron una media con respecto al % de PC de: $0,10 \pm 0,009$.
- Los pesos de las glándulas mandibulares con una media: $0,12 \pm 0,01$ g.
- Los pesos de los músculos maseteros con una media de: $0,20 \pm 0,01$ g.
- Los pesos de los músculos temporales con una media de: $0,03 \pm 0,00$ g.

Terneros alimentados con concentrado:

- Los pesos de las glándulas parótidas tuvieron una media con respecto al % de PC de: $0,10 \pm 0,02$.
- Los pesos de las glándulas mandibulares con una media: $0,12 \pm 0,01$ g.
- Los pesos de los músculos maseteros tuvo una media de: $0,19 \pm 0,02$ g.
- Los pesos de los músculos temporales tuvieron una media de: $0,03 \pm 0,00$ g.

Tabla 3. Peso en gramos y dimensiones en centímetros de las glándulas salivales y músculos masticatorios de los terneros estudiados.

		FORRAJE		CONCENTRADO		p
		Media	DS	Media	DS	
Gl. Parótida Derecha	largo	10,97	1,30	10,40	1,56	ns
	ancho	4,71	0,20	4,45	0,57	ns
	espesor	1,61	0,24	1,50	0,25	ns
	peso	46,17	3,14	44,45	8,49	ns
Gl. Parótida Izquierda	largo	10,73	1,05	10,00	1,70	ns
	ancho	4,97	0,36	4,20	0,29	ns
	espesor	1,43	0,27	1,24	0,21	ns
	peso	44,41	7,75	41,34	8,14	ns
Gl. Mandibular Derecha	largo	19,82	1,99	17,60	3,85	ns
	ancho	4,92	0,76	4,14	0,78	ns
	espesor	1,31	0,34	1,13	0,26	ns
	peso	55,48	10,78	49,47	13,45	ns
Gl. Mandibular Izquierda	largo	19,66	2,55	18,25	5,37	ns
	ancho	4,76	0,65	4,06	1,06	ns
	espesor	1,10	0,21	1,00	0,21	ns
	peso	51,93	7,92	47,23	19,70	ns
Músculo Masetero derecho	peso	93,35	31,68	81,04	12,73	ns
Músculo Masetero izquierdo	peso	89,27	9,17	82,28	13,68	ns
Músculo Temporal derecho	peso	14,88	3,22	14,78	3,17	ns
Músculo Temporal izquierdo	peso	16,05	2,74	14,64	2,46	ns

5. DISCUSIÓN

Este trabajo constituye la primera descripción donde se registró el peso y las dimensiones de las glándulas salivales parótida y mandibular, junto a los músculos maseteros y temporales, en dos grupos de terneros lactantes suplementados con dos dietas diferentes.

Nuestros resultados no mostraron diferencias significativas en ninguno de los parámetros analizados entre los grupos suplementados con forraje o concentrado, si bien parecen ser un poco superiores los valores en los animales alimentados a forraje. En terneros recién nacidos que pesaron $39 \pm 4,24$ kg, las glándulas salivales parótidas representaban el 0,08% del peso del animal, mientras las glándulas salivales mandibulares correspondían al 0,04% y los músculos maseteros al 0,09% (Fernández y Hornos, 2019).

Los datos aportados en este trabajo para glándulas salivales y músculos masticatorios no fueron reportados en la literatura consultada y no se pueden discutir con otros trabajos, pero los mismos son muy importantes, tanto por su originalidad, como para la aplicación en otros estudios. En este trabajo se utilizaron sólo datos de las glándulas salivales parótida y mandibular por ser las más desarrolladas y fáciles de extraer al disecar, macroscópicamente es casi imposible extraer las glándulas sublinguales y las bucales por ser muy pequeñas, de escaso desarrollo y difíciles de dilucidar de las estructuras circundantes. De los músculos masticatorios sólo se usaron los maseteros y temporales, hasta ahora nadie consideraba los músculos temporales.

Glándulas salivales

Nuestros registros de las dimensiones (largo, ancho y espesor) de las glándulas salivales en terneros de esta edad, no se han reportado en la literatura anatómica veterinaria, son datos útiles desde el punto de vista morfológico para tener de referencia ante otros estudios posteriores.

Con respecto al estudio de las diferencias morfofisiológicas entre los diferentes tipos de alimentación de los rumiantes (ramoneadores, intermedios, pastoreadores) iniciado por Hofmann (Hofmann, 1968, 1969, 1973), el tamaño relativo de las glándulas salivales, en

particular de la glándula parótida, ha recibido atención especial atención. Kay y col. (1980) registraron la masa relativa de la glándula parótida de varios rumiantes salvajes, lo que sugirió que los rumiantes ramoneadores tenían glándulas parótidas más grandes que los rumiantes pastoreadores. Finalmente, Hofmann (1988, 1989) declaró que una diferencia en el peso de las glándulas salivales fue un hallazgo consistente de las diferencias morfológicas acorde a los tipos de alimentación de los rumiantes. Según esta última publicación, la masa relativa de la parótida fue del 0,18 al 0,22% de la masa corporal en ramoneadores, 0,08% a 0,15% en intermedios, y 0,05–0,07% en pastores. Los resultados de nuestra investigación son consistentes con el grupo de los pastoreadores (alrededor de 0,1%), tenemos que tener presente que son animales muy jóvenes, y que nacen con una masa de glándula parótida que representa el 0,08% de su peso corporal (Fernández y Hornos, 2019).

Sobre la base del supuesto de que la dieta de los rumiantes ramoneadores o "selectores concentrados" se caracteriza por una proporción relativamente alta de contenidos solubles, se propuso que el mayor tamaño de las glándulas salivales reflejaría una elevada producción de saliva (Hofmann, 1989) dado que los ramoneadores parecían tener una mayor concentración de ácidos grasos volátiles en su contenido de estómago (Clemens y Maloiy, 1983), que correspondería al pH más bajo encontrado en estos animales en comparación con los rumiantes pastoreadores (Jones y col., 2001), esa saliva actúa con efecto buffer. Por tanto, una mayor producción de saliva se consideró que reflejaba la alta digestibilidad de la dieta (Hofmann, 1989). Este efecto tampón de la saliva se asocia con el hallazgo de que las especies ramoneadoras tienen una mucosa fúndica abomasal más desarrollada con una mayor proporción de células productoras de ácido por unidad de superficie (Axmacher, 1987; Hofmann, 1988) se interpretó como una indicación de que en ramoneadores, con su producción de saliva presumiblemente más alta, más saliva llega al abomaso. Además, un bypass ruminal en forma de surco reticular que mantuvo su funcionalidad incluso en animales adultos, fue considerada una estrategia digestiva importante en ramoneadores (Hofmann, 1989).

Por lo tanto, nosotros esperábamos para el caso de los terneros del presente estudio un efecto similar, mayor peso de las glándulas salivales en el grupo suplementado a concentrado, pero esto no sucedió. Hay que tener en cuenta, aparte del reducido período de tiempo de la evaluación, que estos animales tenían una ingesta líquida

elevada (8 litros de sustituto lácteo por día, más agua), lo cual notoriamente puede haber reducido la necesidad de secreción salival, y por eso no hubo diferencias significativas en el peso de las glándulas salivales. Si el experimento se continuara un par de años, es muy posible que esas diferencias se hicieran notorias y la diferencia entre los animales que comen concentrado vs los que comen pasto, sería en términos generales muy similar a la que existe entre rumiantes ramoneadores y pastoreadores. Una pregunta interesante que solo se puede aludir, pero no se resuelve en este estudio, es cómo las diferentes glándulas salivales podrían compensarse entre sí. Por ejemplo, la jirafa como ramoneador estricto, tiene una pequeña glándula parótida, pero parece complementarse con unas grandes glándulas mandibulares, bucales y sublinguales (Pérez et al., 2012).

Músculos masticatorios

En el grupo de los animales suplementados con forraje, los pesos de los músculos maseteros eran de $0,20 \pm 0,01$ g y el de los músculos temporales de: $0,03 \pm 0,00$ g. En el grupo de los animales suplementados con concentrado, los pesos de los músculos maseteros eran de $0,19 \pm 0,02$ g y el de los músculos temporales de: $0,03 \pm 0,00$ g. En ningún caso hubo diferencias significativas.

El sistema masticatorio bovino es una unidad funcional completa que incluye músculos, huesos de la cabeza y otros tejidos que comprenden ligamentos, tendones, arterias y nervios. El músculo temporal es más pequeño que el músculo masetero. En rumiantes, el masetero es el más grande de los masticatorios, músculos que representan entre el 44 y el 54% del total del peso de todos los músculos masticatorios combinados (Hendrichs, 1965). Estos músculos se han descrito detalladamente en los libros de Anatomía (Barone, 2010 b), pero no se reportan datos del peso relativo, menos en terneros en la etapa de cría.

Uno de los supuestos clave en las investigaciones de diferencias entre los rumiantes que ramonean y pastorean es que los pastos requieren mayores fuerzas masticatorias para un similar grado de reducción funcional del tamaño de partícula que ramonear (Stöckmann 1979; Solounias y Dawson-Saunders 1988; Clauss y col. 2008b). Este concepto se originó a partir de observaciones anatómicas comparativas

que apuntaban a un aparato masticatorio más fuerte en los Ungulados que comían pasto (Stöckmann 1979;; Axmacher y Hofmann 1988;). Un número de estudios han demostrado que las mediciones anatómicas relacionadas con los músculos masticatorios, como sus áreas de inserción ósea o canales para los nervios que inervan los músculos, pueden ayudar a distinguir rumiantes pastoreadores de los ramoneadores (Solounias y Dawson-Saunders 1988; Janis 1990; Solounias y col. 1995; Solounias y Moelleken 1999; Mendoza y col. 2002; Mendoza y Palmqvist 2006). Junto con la superficie laminar del omaso (Clauss y col.,2006) y la masa de glándulas salivales (Hofmann y col., 2008), la masa del músculo masetero representa el único parámetro de tejido blando para el cual una correlación con el % de hierba ha sido demostrado.

En este trabajo ambos alimentos utilizados requieren considerable masticación, tanto la alfalfa como la ración peleteada; no obstante, debería haber mayor tiempo dedicado a la rumia en el grupo de forraje en comparación con las leguminosas o el alimento concentrado (Sudweeks y col., 1981; Wilman y col., 1997; Coleman y col., 2003). El tiempo dedicado a la rumia en ambos grupos de terneros no fue analizado en este trabajo.

CONCLUSIÓN

Las glándulas salivales y los músculos masticatorios no difirieron entre ambos grupos estudiados, por lo tanto, la hipótesis planteada no pudo comprobarse. Pensamos que esto se debió a la alta ingesta de líquidos y a la reducida duración del experimento. No obstante, podemos plantear la hipótesis que, si el estudio se prolongara en el tiempo, sería lógico encontrar diferencias en el desarrollo de estos órganos, acorde a la hipótesis planteada.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Adler, J. H., Dye J. A. (1957) The special status of the rumen flora; comparative aspects of digestive enzymes, their regulation and relation to indigestion. *Cornell Vet* 47:506–514.
2. Axmacher, H. (1987). *Vergleichend-Histologische und Morphometrische Untersuchungen an der Labmagenschleimhaut von 40 Wiederkäuer-Arten*. Giessen: Justus-Liebig-Universität. 118 p.
3. Axmacher, H., & Hofmann, R. R. (1988). Morphological characteristics of the masseter muscle of 22 ruminant species. *Journal of zoology*, 215(3), 463-473.
4. Baldwin, R. L., McLeod, K. R., Klotz, J. L., Heitmann, R. N. (2004). Rumen development, intestinal growth and hepatic metabolism in the pre-and postweaning ruminant. *Journal of Dairy Science*, 87, E55-E65.
5. Barone, R. (2010 a). *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 3. Splanchnologie I, Appareil Digestif - Appareil Respiratoire*. Vigot. Paris, France.
6. Barone, R. (2010 b). *Anatomie comparée des mammifères domestiques, Tome 2, Arthrologie et Myologie*. éditions Vigot. Vigot. Paris, France.
7. Braun, U., Zürcher, S., Hässig, M. (2015). Evaluation of eating and rumination behaviour in 300 cows of three different breeds using a noseband pressure sensor. *BMC Veterinary Research*, 11, 1-6.
8. Beharka, A.A., Nagaraja, T.G., Morrill, J.L., Kennedy, G.A., Klemm, R.D. (1996). Effects of form of the diet on anatomical, microbial, and fermentative development of the rumen of neonatal calves. *Journal of Dairy Science*, 81, 1946–1955.
9. Clauss, M., Hummel, J., Streich, W. J. (2006). The dissociation of the fluid and particle phase in the forestomach as a physiological characteristic of large grazing ruminants: An evaluation of available, comparable ruminant passage data. *European Journal of Wildlife Research*, 52:88–98.

10. Clauss, M., Kaiser, T., Hummel, J. (2008 a). The Morphophysiological Adaptations of Browsing and Grazing Mammals. *The Ecology of Browsing and Grazing*. I. Gordon y H. T. Prins, Springer Berlin Heidelberg. 195, 47-88.
11. Clauss, M., Hofmann, R. R., Streich, W. J., Fickel, J., Hummel, J. 2008 b: Higher masseter muscle mass in grazing than in browsing ruminants. *Oecologia*, 157, 377-385.
- 12.12.
- 13.13.
14. Clemens, E.T., Maloiy, G. M. O. (1983). Digestive physiology of East African wild ruminants. *Comparative Biochemistry and Physiology*, A 76: 319–333.
15. Coleman, S. W., Hart, S. P., & Sahlu, T. (2003). Relationships among forage chemistry, rumination and retention time with intake and digestibility of hay by goats. *Small Ruminant Research*, 50(1-2), 129-140.
16. Cozzi, G., Gottardo, F., Mattiello, S., Canali, E., Scanziani, E., Verga, M., & Andrighetto, I. (2002). The provision of solid feeds to veal calves: I. Growth performance, forestomach development, and carcass and meat quality. *Journal of Animal Science*, 80: 357-366.
17. Fernández Silveira, M. y Hornos Moraes, L. P. (2019), Anatomía del aparato digestivo de terneros Holando neonatos. Tesis de grado, Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguay. 41 pp.
18. Flatt, W. P., Warner, R. G., & Loosli, J. K. (1959). Evaluation of several techniques used in the study of developing rumen function. 361: 1-30.
19. Gilliland, R. L., L. J. Bush, and J. D. Friend. (1962). Relation of ration composition to rumen development in early-weaned dairy calves with observations on ruminal parakeratosis. *Journal of Dairy Science*, 45:1211–1217.
20. Gurnsey, M. P., Jones, W. T., Reid, C. S. W. (1980). A method for investigating salivation in cattle using pilocarpine as a sialagogue. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 23:33–41.

21. Hamada, T., S. Maeda, Kameoka, K. (1976). Factors influencing growth of rumen, liver, and other organs in kids weaned from milk replacers to solid foods. *Journal of Dairy Science*, 59:1110–1118.
22. Hendrichs, H. (1965). *Vergleichende Untersuchungen des Wiederkauverhaltens* (Doctoral dissertation, Thieme).
23. Hinders, R. G., Owen, F. G. (1965). Relation of ruminal parakeratosis development to volatile fatty acid absorption. *Journal of Dairy Science*, 48:1069–1073.
24. Hofmann, R. R. (1968). Comparison of the rumen and omasum structure in East African game ruminants in relation to their feeding habits. *Symposia of the Zoological Society of London*, 21:179–194.
25. Hofmann, R. R. (1969). Zur Topographie und Morphologie des Wiederkäuermagens im Hinblick auf seine Funktion (nach vergleichenden Untersuchungen an Material ostafrikanischer Wildarten). *Journal of Veterinary Medicine. Suppl.*, 10, 1–180.
26. Hofmann, R. R. (1988). Morphophysiological evolutionary adaptations of the ruminant digestive system. In: Dobson A, Dobson MJ, editors. *Aspects of Digestive Physiology in Ruminants*. Ithaca, NY: Cornell University Press. pp 1–20.
27. Hofmann, R. R. (1989). Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia*, 78, 443-457.
- 28.28.
29. Hofmann, R. R., Stewart, D. R. M. (1972). Grazers and browsers: a classification based on the stomach structure and feeding habits of East African ruminants. *Mammalia* 36, 226-240.
30. Hofmann, R. R. (1973). *The Ruminant Stomach*. Nairobi: East African Literature Bureau. 354 pp.

31. Hofmann, R. R. (1989) Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia*, 78: 443–457.
32. Hofmann, R.R., Knight, M.H. & Skinner, J.D. (1995) On structural characteristics and morphophysiological adaptation of the springbok (*Antidorcas marsupialis*) digestive system. *Transactions of the Royal Society of South Africa*, 50: 125– 142.
33. Hofmann, R. R., Streich, W. J., Fickel, J., Hummel, J., & Clauss, M. (2008). Convergent evolution in feeding types: salivary gland mass differences in wild ruminant species. *Journal of Morphology*, 269(2), 240-257.
34. Janis, C. M. (1990). Correlation of cranial and dental variables with dietary preferences in mammals: a comparison of macropodoids and ungulates. *Memoirs of the Queensland Museum*, 28(1), 349-366.
35. Jones, R. J., Meyer, J. H. F., Bechaz, F. M., Stolzt, M. A., Palmer, B., van der Merwe, G. (2001). Comparison of rumen fluid from South African game species and from sheep to digest tanniferous browse. *Australian Journal of Agricultural Research*, 52:453–460.
36. Kay, R. N. B., Engelhardt, W. V., White, R. G. (1980). The digestive physiology of wild ruminants. In: Ruckebush, Y., Thivend, P., editors. *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants*. Lancaster: MTP Press. pp 743–761.
37. König, H. E., Liebich, H. G. ((2020). *Veterinary anatomy of domestic animals: Textbook and colour atlas*. Georg Thieme Verlag. 859 pág.
- 38.38.
39. Mau, M., Müller, C., Langbein, J., Rehfeldt, C., Hildebrandt, J. P., Kaiser, T. M. (2006). Adhesion of bovine and goat salivary proteins to dental enamel and silicate. *Archiv fur Tierzucht Dummerstorf* 49:439–446.
40. Mendel, V. E, Boda, J. M. (1961). Physiological studies of the rumen with emphasis on the animal factors associated with bloat. *Journal of Dairy Science*, 44:1881–1898.

41. Mendoza, M., Janis, C. M., Palmqvist, P. (2002). Characterizing complex craniodental patterns related to feeding behaviour in ungulates: a multivariate approach. *Journal of Zoology*, 258(2), 223-246.
42. Mendoza, M., Janis, C. M., Palmqvist, P. (2006). Estimating the body mass of extinct ungulates: a study on the use of multiple regression. *Journal of Zoology*, 270(1), 90-101.
43. McDougall E. I. (1948). Studies on ruminant saliva. I. The composition and output of sheep's saliva. *Biochemical Journal*, 43: 99–109.
44. Nocek, J. E., Kesler, E. M. (1980). Growth and Rumen Characteristics of Holstein Steers Fed Pelleted or Conventional Diets¹. *Journal of Dairy Science*, 63: 249-254.
45. Nocek, J. E. (1997). Bovine acidosis: Implications on laminitis. *Journal of Dairy Science*, 80:1005–1028.
46. Ørskov, E. R., D. Benzie, Kay, R. N. B. (1970). The effects of feeding procedure on closure of the oesophageal groove in young sheep. *British Journal of Nutrition*, 24:785–794.
47. Owens, F. N., Dubeski, P., y Hanson, C. F. (1993). Factors that alter the growth and development of ruminants. *Journal of Animal Science*, 71: 3138-3150.
48. Pérez, W., Michel, V., Jerbi, H., y Vazquez, N. (2012). Anatomía de la Boca de la Jirafa (*Giraffa camelopardalis rothschildi*). *International Journal of Morphology*, 30: 322-329.
49. Pérez, W., Erdogan, S. y Ungerfeld, R. (2015). Anatomical study of the gastrointestinal tract in free-living Axis deer (*Axis axis*). *Anatomia Histologia Embryologia*, 44: 43 – 49.
50. Quigley, J. D., Hill, T. M., Dennis, T. S., Suarez-Mena, F. X., & Schlotterbeck, R. L. (2018). Effects of feeding milk replacer at 2 rates with pelleted, low-starch or texturized, high-starch starters on calf performance and digestion. *Journal of dairy science*, 101(7), 5937-5948.

51. Repetto, J.L; Mendoza, A; Antúnez, G.; Cajarville, C. (2016). Nuevos paradigmas en la Cría y Recría de Hembras lecheras. XLIV Jornadas Uruguayas de Buiatría, 34-31. . 9 y 10 de junio, Paysandú, Uruguay.
52. Rickard, M. D., Ternouth, J. H. (1965). The effect of the increased dietary volatile fatty acids on the morphological and physiological development of lambs with particular reference to the rumen. *Journal of Agricultural Science*, 65:371–382.
53. Sander, E. G., H. N. Warner, H. N. Harrison, Loosli, J. K. (1959). The stimulatory effect of sodium butyrate and sodium propionate on the development of rumen mucosa in the young calf. *Journal of Dairy Science*, 42:1600–1605.
54. Sauer, C., Bertelsen, M.F., Lund, P., Weisbjerg, M.R., Clauss, M. (2016). Quantitative macroscopic anatomy of the giraffe (*Giraffa camelopardalis*) digestive tract. *Anatomia Histologia Embryologia*, 45: 338–349.
55. Smith, R. H. (1961). The development and function of the rumen in milk-fed calves. II. Effect of wood shavings in the diet. *Journal of Agricultural Science*, 56:105–113.
56. Solounias, N., & Dawson-Saunders, B. (1988). Dietary adaptations and paleoecology of the late Miocene ruminants from Pikermi and Samos in Greece. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 65(3-4), 149-172.
57. Solounias, N., Moelleken, S. M. C., & Plavcan, J. M. (1995). Predicting the diet of extinct bovids using masseteric morphology. *Journal of vertebrate Paleontology*, 15(4), 795-805.
58. Solounias, N., & Moelleken, S. M. C. (1999). Dietary determination of extinct bovids through cranial foramina analysis, with radiographic applications. In *Annales Musei Goulandris* (Vol. 10, pp. 267-290).
59. Stobo, I. J. F., J. H. B. Roy, Gaston, H. J. (1966), Rumen development in the calf. *British Journal of Nutrition*, 20:171–188.
60. Stöckmann, W. (1979). Differences in the shape of the mandibles of African bovidae in relation to food composition. *Zoologische Jahrbücher*, 106, 344-373.

61. Suárez, B. J., Van Reenen, C. G., Gerrits, W. J. J., Stockhofe, N., Van Vuuren, A. M. y Dijkstra, J. (2006). Effects of Supplementing Concentrates Differing in Carbohydrate Composition in Veal Calf Diets: II. Rumen Development¹. *Journal of Dairy Science*, 89: 4376-4386.
62. Suárez, B. J., Van Reenen, C. G., Stockhofe, N., Dijkstra, J., Gerrits, W. J. J. (2007). Effect of Roughage Source and Roughage to Concentrate Ratio on Animal Performance and Rumen Development in Veal Calves¹. *Journal of Dairy Science*, 90: 2390-2403.
63. Sudweeks, E. M., Ely, L. O., Mertens, D. R., & Sisk, L. R. (1981). Assessing minimum amounts and form of roughages in ruminant diets: roughage value index system. *Journal of Animal Science*, 53(5), 1406-1411.
64. Tamate, H., A. D. McGilliard, N. L. Jacobson, Getty, R. (1962). Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. *Journal of Dairy Science*, 45:408–420.
- 65.65.
66. Warner, R. G., W. P. Flatt, Loosli, J. K. (1956). Dietary factors influencing the development of the ruminant stomach. *Agricultural and Food Chemistry*: 4: 788–801.
67. Wilman, D., Derrick, R. W., & Moseley, G. (1997). Physical breakdown of chickweed, dandelion, dock, ribwort, spurrey and perennial ryegrass when eaten by sheep and when macerated. *The Journal of Agricultural Science*, 129(4), 419-428.