

Características anatómo-fisiológicas del sistema digestivo del ternero que justifican su desarrollo

Anatomical-physiological characteristics of the digestive system of the calf that justify its development

Dainelis Casanova
Mélanis Dominguez

Instituto de Ciencia Animal (ICA) Mayabeque – Cuba
Universidad Agraria De La Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez”.
Carretera Tapaste km 23 ½. San José de Las Lajas, Mayabeque. Cuba

Autores para correspondencia: dcasanova@ica.co.cu; dcdainelis@gmail.com

Resumen

El ternero como rumiante joven tiene características anatómo fisiológicas que lo hacen diferente del rumiante adulto, requieren de atención especial para garantizar su adecuado desarrollo, bien sea para terneras de reemplazo como para ganado de carne u otro fin. Para alcanzar un óptimo desarrollo, el tracto gastrointestinal y específicamente el rumen, debe sufrir una serie de cambios anatómicos y fisiológicos que son estimulados o acelerados por el tipo de dieta. El proceso de desarrollo del rumen consiste en un desarrollo anatómico con aumento de la masa ruminal y crecimiento de las papilas y un aumento en la función de fermentación y actividad enzimática, así como colonización microbiana. Este proceso está influenciado por la forma, estructura y composición de los alimentos. Los éxitos de cualquier sistema de producción ganadero dependen de conocimientos básicos de nutrición y de manejo apropiados para la crianza satisfactoria de los terneros. Teniendo en cuenta que los terneros son pequeños monogástricos que alcanzan la categoría rumiante cuando su rumen está desarrollado anatómico y funcionalmente.

Palabras claves: ternero, rumen, manejo, nutrición

Abstract

The calf as a young ruminant has anatomical-physiological characteristics that make it different from the adult ruminant, requiring special attention to ensure its proper development, whether for replacement calves or for beef cattle or for any other purpose. To achieve optimal development, the gastrointestinal tract, and specifically the rumen, must undergo a series of anatomical and physiological changes that are

stimulated or accelerated by the type of diet. The process of rumen development consists of anatomical development with increased ruminal mass and papillae growth and increased fermentation function and enzymatic activity, as well as microbial colonization. This process is influenced by the shape, structure and composition of the food. The successes of any livestock production system depend on basic knowledge of proper nutrition and management for successful calf rearing. Bearing in mind that calves are small monogastrics that reach the ruminant category when their rumen is anatomically and functionally developed.

Keywords: calf, rumen, management, nutrition

Recibido: 10 de marzo de 2022

Aprobado: 2 de mayo de 2022

Introducción

El ternero como rumiante joven tiene características anatómicas fisiológicas que lo hacen diferente del rumiante adulto, requieren de atención especial para garantizar su adecuado desarrollo, bien sea para terneras de reemplazo como para ganado de carne u otro fin. Fernández *et al.* (2013) no es posible aspirar a una ganadería productiva y eficiente si no se logra un desarrollo adecuado de los terneros en sus etapas iniciales lo que está estrechamente relacionado con su comportamiento posterior.

Es la etapa de lactante, una de las más críticas en el desarrollo de este animal, sin dudas, los alimentos lácteos (calostro, la leche o reemplazantes lácteos) resultan imprescindibles si se quieren alcanzar resultados satisfactorios. La etapa desde el primer día hasta los 90 días de vida, donde el abomaso o cuajar es el órgano funcional autóctono más desarrollado. Resulta ser la etapa más costosa de alimentación del rumiante, pero por su importancia, debe ser bien atendida porque influye determinadamente en el resto de la vida productiva de los animales. Es por ello que el destete, cobra cada vez mayor interés por parte de nutricionistas y productores, dados los cambios fisiológicos que se expresan y

Introduction

The calf as a young ruminant has anatomical-physiological characteristics that make it different from the adult ruminant, requiring special attention to ensure its proper development, whether for replacement calves or for beef cattle or for any other purpose. Fernández *et al.* (2013) it is not possible to aspire to a productive and efficient livestock if an adequate development of the calves is not achieved in its initial stages, which is closely related to its subsequent behavior.

It is the infant stage, one of the most critical in the development of this animal, without a doubt, dairy foods (colostrum, milk or milk replacers) are essential if you want to achieve satisfactory results. The stage from the first day to 90 days of life, where the abomasum or curdle is the most developed autochthonous functional organ. It turns out to be the most expensive stage of ruminant feeding, but due to its importance, it must be well attended because it decisively influences the rest of the productive life of the animals. That is why weaning is becoming increasingly interesting on the part of nutritionists and producers, given the physiological changes that are expressed and

su repercusión en el comportamiento animal (Ybalmea, 2011).

En Cuba, los sistemas de crianza artificial ofrecen reemplazantes lecheros hasta edades avanzadas (entre 90 y 120 días de edad). Este hecho incrementa los costos de alimentación del ternero, unido a que en la actualidad no se produce en el país Reemplazante Lechero para sustituir importaciones. Por esta razón, toda la alimentación líquida del ternero se garantiza con estos alimentos importados (Vázquez *et al.*, 2017), pero la tendencia hacia destetes precoces, altas velocidades de crecimiento y cubriciones tempranas, hace que aumente aún más la importancia de las dietas de inicio para terneros (Heinrichs, 2007).

El éxito de cualquier sistema de producción ganadero depende de la capacidad de criar satisfactoriamente los animales Ybalmea (2015). Para alcanzar dicho desarrollo, el tracto gastrointestinal y específicamente el rumen, debe sufrir una serie de cambios anatómicos y fisiológicos que son estimulados o acelerados por el tipo de dieta. Esta meta requiere de conocimientos básicos de nutrición y de manejo apropiado. Sin embargo, la alimentación y prácticas de manejo en la crianza y desarrollo de los terneros no son una prioridad en muchas fincas lecheras de nuestro país y esto puede repercutir negativamente en la tasa de crecimiento de los animales y afectar su desempeño productivo y reproductivo.

Anatomo-fisiología del sistema digestivo del ternero

Divertículos estomacales

El estómago de los rumiantes se caracteriza por tener cuatro compartimientos: tres pregástricos (retículo, rumen y omaso) y el estómago verdadero o abomaso Raposo *et al.*

their impact on animal behavior (Ybalmea, 2011).

In Cuba, artificial rearing systems offer milk replacers up to advanced ages (between 90 and 120 days of age). This fact increases the costs of feeding the calf, together with the fact that at present no Milk Replacer is produced in the country to substitute imports. For this reason, all the liquid feeding of the calf is guaranteed with these imported foods (Vázquez *et al.*, 2017), but the trend towards early weaning, high growth rates and early mating increases even more the importance of diets starter for calves (Heinrichs, 2007).

The success of any livestock production system depends on the ability to successfully raise animals Ybalmea (2015). To achieve such development, the gastrointestinal tract, and specifically the rumen, must undergo a series of anatomical and physiological changes that are stimulated or accelerated by the type of diet. This goal requires basic knowledge of nutrition and proper management. However, feeding and management practices in the rearing and development of calves are not a priority in many dairy farms in our country and this can have a negative impact on the growth rate of the animals and affect their productive and reproductive performance.

Anatomo-physiology of the digestive system of the calf

Stomach diverticula

The ruminant stomach is characterized by having four compartments: three pregastric (reticulum, rumen and omasum) and the true stomach or abomasum Raposo *et al.* (2015); Martinez (2005). Embryologically, prestomachs

(2015); Martínez (2005). Embriológicamente los preestómagos se originan de la porción aglandular del estómago y no de una estructura "previa" como podría ser el esófago (Orskov, 1988). El tipo de células que los recubren se clasifican como células epiteliales escamosas estratificadas y queratinizadas, que no producen mucus (Church, 1988). Formados por una mucosa que se encarga de la digestión de los hidratos de carbono (Salvador and Martínez, 2013), como son la celulosa, hemicelulosa y pectina, que son muy poco digestibles para los no rumiantes (Borroto, 2015).

El abomaso es glandular y funcionalmente análogo al estómago del no-rumiante Relling and Mattioli (2003). En los meses que anteceden al parto, el tamaño de éste aumenta, de manera que en el momento del nacimiento, posee más de la mitad de la capacidad total del estómago (Koning and Liebich, 2008).

El rumen está dividido en distintas cavidades o sacos debido a la presencia de surcos, que no son muy marcados externamente ya que los tapa el peritoneo, pero internamente se proyectan en forma de pilares ruminales Salvador and Martínez (2013).

El proceso de desarrollo del rumen consiste en un desarrollo anatómico con aumento de la masa ruminal y crecimiento de las papilas Wang *et al.* (2009), y un aumento en la función de fermentación y actividad enzimática, así como colonización microbiana. El tiempo que tardan en alcanzar este desarrollo determinará el ritmo en el cual, los procesos digestivos pasen de depender de las enzimas autóctonas, a la relación simbiótica que se establece con los microorganismos ruminales (Orskov, 1988).

Gotera esofágica

La gotera esofágica es una invaginación, a manera de canal, que atraviesa la pared del

originate from the glandular portion of the stomach and not from a "previous" structure such as the esophagus (Orskov, 1988). The type of cells that cover them are classified as stratified and keratinized squamous epithelial cells, which do not produce mucus (Church, 1988). Formed by a mucosa that is responsible for the digestion of carbohydrates (Salvador and Martínez, 2013), such as cellulose, hemicellulose and pectin, which are very poorly digestible for non-ruminants (Borroto, 2015).

The abomasum is glandular and functionally analogous to the stomach of the non-ruminant Relling and Mattioli (2003). In the months before delivery, the size of the stomach increases, so that at the time of birth, it has more than half of the total capacity of the stomach (Koning and Liebich, 2008).

The rumen is divided into different cavities or sacs due to the presence of grooves, which are not very marked externally since they are covered by the peritoneum, but internally they project in the form of ruminal pillars Salvador and Martínez (2013).

The process of rumen development consists of an anatomical development with increased ruminal mass and papillae growth Wang *et al.* (2009), and an increase in fermentation function and enzymatic activity, as well as microbial colonization. The time it takes to reach this development will determine the rate at which the digestive processes go from depending on autochthonous enzymes, to the symbiotic relationship established with ruminal microorganisms (Orskov, 1988).

Esophageal leak

The esophageal gutter is a channel-like

retículo, extendiéndose desde la desembocadura del esófago hasta el orificio retículo-omasal Relling and Mattioli (2003). Al ser estimulada, los músculos de sus labios se cierran creando un canal casi perfecto que conecta el cardias con el canal omasal, y de este modo el calostro o la leche no caen al retículo-rumen donde causarían fermentaciones indeseadas, sino que llegan directamente al abomaso. Este órgano es la única cavidad que asume la función digestiva de la leche (Koning and Liebich, 2008).

La abertura esofágica es menos funcional en los rumiantes adultos que los están amamantando, a no ser que el estímulo se haya prolongado a la edad adulta por medio de suministro de nutrientes en tetera Aguilar (2011). Cuando ocurre el cierre ineficiente del canal, la leche se acumula en el rumen y trae como principal consecuencia acidificación excesiva del contenido reticulorruminal a causa, de la fermentación de carbohidratos solubles a ácidos grasos volátiles y ácido láctico (Lozano *et al.*, 2013).

El surco gástrico se divide en tres segmentos. El segmento del retículo lo forman dos labios y en el suelo del surco tiene papilas que son cornificadas. El surco del omaso está rodeado por dos labios con papilas omásicas. Se sitúa al otro lado de los bordes libres de las láminas, formando el canal del omaso al ser rodeado por las láminas más altas. Hay un pilar del omaso que cruza el surco cerca de la abertura omaso-abomásica, a través de la cual llega la ingesta al abomaso. Esta abertura está rodeada por dos pliegues mucosos, los velos abomásicos, que participan en el cierre de dicha abertura. Las contracciones del canal del omaso son rítmicas con las contracciones ruminoreticulares. El surco del abomaso se sitúa en el interior de la curvatura menor del abomaso, libre de pliegues (Salvador and Martínez, 2013).

invagination that crosses the wall of the reticulum, extending from the mouth of the esophagus to the reticulo-omasal orifice Relling and Mattioli (2003). When stimulated, the muscles of her lips close creating an almost perfect channel that connects the cardia with the omasal channel, and in this way the colostrum or the milk does not fall into the reticulum-rumen where it would cause unwanted fermentation, but rather reaches directly into the abomasum. This organ is the only cavity that assumes the digestive function of milk (Koning and Liebich, 2008).

The esophageal opening is less functional in lactating adult ruminants, unless the stimulus has been prolonged into adulthood by teapot nutrient delivery Aguilar (2011). When the inefficient closure of the channel occurs, milk accumulates in the rumen and the main consequence is excessive acidification of the reticuloruminal content due to the fermentation of soluble carbohydrates to volatile fatty acids and lactic acid (Lozano *et al.*, 2013).

The gastric groove is divided into three segments. The segment of the reticulum is formed by two lips and on the floor of the groove it has papillae that are cornified. The groove of the omasum is surrounded by two lips with omasic papillae. It is situated on the other side of the free edges of the laminae, forming the canal of the omasum as it is surrounded by the higher laminae. There is a pillar of the omasum that crosses the groove near the omaso-abomasic opening, through which the intake reaches the abomasum. This opening is surrounded by two mucosal folds, the abomasic leaflets, which participate in the closure of said opening. The contractions of the omasal canal are rhythmic with the ruminoreticular contractions. The groove of the abomasum is located inside the lesser curvature of the

La gotera es una abertura única de los rumiantes que facilita, el paso de la leche desde el esófago hasta el abomaso, permitiéndole realizar la digestión de la leche correctamente siempre y cuando el cierre de la gotera se realice de la manera adecuada. En los primeros días de vida del ternero estos solo ingieren leche o sustitutos lecheros la cual, no se acumula en el retículo rumen ni se fermenta en estos compartimentos.

Estimuladores de la gotera esofágica

El cierre de la gotera esofágica responde a un arco reflejo que se origina en respuesta a estímulos centrales y periféricos. El acto de succionar la mama o la mamadera, o aún el observar la mamadera o la preparación del alimento, inician este reflejo. Por otro lado, existen receptores en la faringe que responden a los componentes químicos de la leche, como lactosa, proteínas y minerales, y a su temperatura. Dichos estímulos son transmitidos al centro bulbar especialmente por el nervio trigémino. Las fibras eferentes son vagales y actúan estimulando los labios de la gotera e inhibiendo la motilidad de los divertículos (Relling and Mattioli, 2003).

El cierre de esta estructura es de naturaleza refleja y se activa por la succión de líquidos, provocado por la estimulación de receptores ubicados en la región posterior de la cavidad bucal, siendo independiente del tipo de líquido succionado Rafaelli (2014).

El reflejo propio del lactante, se va perdiendo con el desarrollo del rumiante, sin embargo ciertos factores pueden estimularlo en el adulto Escobar (2012) plantean, que uno de ellos es la hormona antidiurética (ADH), liberada desde la neurohipófisis en respuesta a la deshidratación o al aumento de la osmolaridad del plasma. Esto se

abomasum, free of folds (Salvador and Martínez, 2013).

The gutter is a unique opening of ruminants that facilitates the passage of milk from the esophagus to the abomasum, allowing it to digest milk correctly as long as the gutter closure is done properly. In the first days of the calf's life, they only ingest milk or milk replacers, which do not accumulate in the rumen reticulum or ferment in these compartments.

Esophageal leak stimulators

The closure of the esophageal leak responds to a reflex arc that originates in response to central and peripheral stimuli. The act of sucking on the breast or bottle, or even looking at the bottle or food preparation, initiates this reflex. On the other hand, there are receptors in the pharynx that respond to the chemical components of milk, such as lactose, proteins and minerals, and to its temperature. These stimuli are transmitted to the medullary center especially by the trigeminal nerve. The efferent fibers are vagal and act to stimulate the lips of the gutter and inhibit the motility of the diverticula (Relling and Mattioli, 2003).

The closure of this structure is of a reflex nature and is activated by the suction of liquids, caused by the stimulation of receptors located in the posterior region of the oral cavity, being independent of the type of liquid sucked Rafaelli (2014).

The reflex of the infant is lost with the development of the ruminant, however certain factors can stimulate it in the adult Escobar (2012) states that one of them is the antidiuretic hormone (ADH), released from the

debería a que, ante la necesidad de incorporar agua rápidamente al organismo, la ADH estimula el reflejo para que el agua llegue directamente al duodeno donde será absorbida. Estimulan también este reflejo en animales adultos las soluciones salinas de sodio en bovinos o de sulfato de cobre en ovinos.

Cuando pasan líquidos a través de la faringe y el esófago proximal, sus sales estimulan un reflejo que lleva a que el surco del retículo forme como un tubo Salvador and Martínez (2013). Sin embargo, cuando se ingieren alimentos sólidos, la escotadura esofágica gradualmente cesa su función y una población bacteriana se establece en el rumen, y comienza el desarrollo de la pared ruminal, ya que estimula el desarrollo de los estratos epiteliales y la queratinización, ocurriendo cuatro semanas después de la introducción de alimento sólido en la dieta, también aumenta el grosor de la musculatura del retículo-rúmen, cuando el rumiante recién nacido tiene acceso al pasto, este comienza a pastar en la primera y segunda semana de vida, iniciando el desarrollo de los compartimientos estomacales retículo-rumen (Coppo, 2007).

Varios factores nerviosos y hormonales inciden en el cierre de la gotera esofágica, pero este estímulo, está bien definido en los primeros días de vida del ternero y según aumenta la funcionalidad del rumen y la edad del animal este reflejo cesa su función hasta desaparecer.

Inmunidad pasiva

Se conoce como inmunidad pasiva la transferencia de inmunoglobulinas de la madre al ternero a través del calostro que le confiere al recién nacido la protección inmunológica que no tiene en los primeros días de vida. Según Weaver *et al.* (2000), un fallo en la transferencia no es una enfermedad sino una condición que

neurohypophysis in response to the dehydration or increased plasma osmolarity. This is due to the fact that, faced with the need to quickly incorporate water into the body, ADH stimulates the reflex so that the water reaches the duodenum directly, where it will be absorbed. This reflex is also stimulated in adult animals by sodium saline solutions in cattle or copper sulfate in sheep.

When liquids pass through the pharynx and proximal esophagus, their salts stimulate a reflex that leads to the groove of the reticulum forming a tube-like Salvador and Martínez (2013). However, when solid foods are ingested, the esophageal notch gradually ceases to function and a bacterial population establishes itself in the rumen, and the development of the ruminal wall begins, as it stimulates the development of the epithelial layers and keratinization, occurring four times, weeks after the introduction of solid food in the diet, the thickness of the reticulo-rumen muscles also increases, when the newborn ruminant has access to pasture, it begins to graze in the first and second week of life, initiating the development of the reticulo-rumen stomach compartments (Coppo, 2007).

Several nervous and hormonal factors affect the closure of the esophageal leak, but this stimulus is well defined in the first days of life of the calf and as the functionality of the rumen increases and the age of the animal, this reflex ceases its function until it disappears.

Passive immunity

Passive immunity is known as the transfer of immunoglobulins from the mother to the calf through the colostrum, which gives the newborn the immunological protection that she does not have in the first days of life. According to

predispone al recién nacido siendo este más sensible a adquirir patógenos.

También Matías and Rodriguez (2011) plantean, que son animales altamente susceptibles a diversas infecciones y/o enfermedades, siendo el punto más crítico el consumo de cantidades adecuadas de calostro de alta calidad para garantizar su inmunidad pasiva debido a que el calostro provee los anticuerpos que los protegen contra infecciones

Al nacer desprotegidos inmunológicamente dependen de la transferencia pasiva de inmunoglobulinas (Igs) maternas presentes en el calostro. Para que adquiera una inmunidad adecuada según Salazar and Zamora (2013), requieren concentraciones (Igs) de al menos 10 g/L, o de una concentración de proteína sérica total (PST) igual o superior a 5,5 g/dL. Las Igs ingresan al torrente sanguíneo, a través del intestino, y los protegen hasta que su sistema inmune llega a ser funcional.

Existen básicamente cuatro factores que contribuyen a que los animales adquieran una adecuada transferencia de inmunidad pasiva: alimentar con calostro de alta concentración de Igs (>50 g/L), con un volumen adecuado y ofrecer calostro en las primeras dos horas después del nacimiento, y minimizar la contaminación bacteriana del mismo (Elizondo-Salazar and Heinrichs, 2009).

El calostro es una mezcla de secreciones lácteas y componentes del suero sanguíneo que se acumulan en el periodo seco en la glándula mamaria. Este proceso fisiológico es influenciado por hormonas lactogénicas, incluyendo la prolactina que cesa bruscamente en el parto (Foley and Otterby, 1978). El calostro está constituido por Ig, leucocitos maternos, factores de crecimiento, hormonas, factores antimicrobianos inespecíficos y nutrientes que se encuentran en mayores concentraciones en la

Weaver et al. (2000), a transfer failure is not a disease but a condition that predisposes the newborn being more sensitive to acquiring pathogens.

Matías and Rodriguez (2011) also state that they are animals highly susceptible to various infections and/or diseases, the most critical point being the consumption of adequate amounts of high-quality colostrum to guarantee their passive immunity because the colostrum provides the antibodies that protect them against infections

Immunologically unprotected at birth, they depend on the passive transfer of maternal immunoglobulins (Igs) present in the colostrum. In order to acquire adequate immunity according to Salazar and Zamora (2013), they require concentrations (Igs) of at least 10 g/L, or a concentration of total serum protein (TSP) equal to or greater than 5.5 g/dL. The Igs enter the bloodstream, through the intestine, and protect them until their immune system becomes functional.

There are basically four factors that contribute to animals acquiring an adequate transfer of passive immunity: feeding colostrum with a high concentration of Igs (>50 g/L), with an adequate volume and offering colostrum in the first two hours after birth, and minimize its bacterial contamination (Elizondo-Salazar and Heinrichs, 2009).

Colostrum is a mixture of milk secretions and blood serum components that accumulate in the mammary gland during the dry period. This physiological process is influenced by lactogenic hormones, including prolactin, which ceases abruptly at parturition (Foley and Otterby, 1978). Colostrum is made up of Ig, maternal leukocytes, growth factors, hormones,

primera toma de calostro y luego van disminuyendo hasta normalizarse (Vetter *et al.*, 2013).

La dieta láctea es fundamental en la nutrición del ternero especialmente en el primer mes de vida, debido a que sólo el abomaso se encuentra desarrollado para cumplir la función digestiva durante las primeras etapas de vida dado que constituye el 70% del peso del estómago, por lo que la alimentación debe ser mayormente líquida y nutricionalmente concentrada (Vargas *et al.*, 2012).

Las propiedades nutricionales del calostro según Dunn *et al.* (2017), se pueden asociar con la paridad, la vacunación preparto, la temporada de parto y la nutrición de la vaca seca. Por otro lado Vargas-Villalobos *et al.* (2014) plantean, que la falla en la transferencia de inmunidad pasiva puede estar influenciada por la raza de la madre, el número de parto de la madre, el método de alimentación y el tamaño del hato en ordeño. Por lo que, es necesario establecer prácticas de manejo de calostro adecuadas en las fincas lecheras.

Al nacer el ternero desprotegido inmunológicamente y al ser transferida la inmunidad de madre a hijo a través del calostro se debe, por tanto, brindar a la madre todos los beneficios posibles para que la producción de calostro sea la adecuada y con la calidad requerida, así se transfiere a la cría las Igs y garantizamos dentro de nuestros rebaños terneros con inmunidad no deprimida.

Período de transición

El desarrollo y maduración postnatal del tracto gastrointestinal de los terneros neonatales es crucial para su supervivencia. La ingesta de calostro provoca los cambios morfológicos y funcionales de órganos y sistemas en los terneros jóvenes, por las sustancias bioactivas del

nonspecific antimicrobial factors, and nutrients that are found in higher concentrations in the first intake of colostrum and then decrease until normalized (Vetter *et al.*, 2013).

The dairy diet is fundamental in the nutrition of the calf, especially in the first month of life, because only the abomasum is developed to fulfill the digestive function during the first stages of life, since it constitutes 70% of the weight of the stomach, for so the feed should be mostly liquid and nutritionally concentrated (Vargas *et al.*, 2012).

The nutritional properties of colostrum according to Dunn *et al.* (2017), can be associated with parity, prepartum vaccination, calving season and dry cow nutrition. On the other hand, Vargas-Villalobos *et al.* (2014) state that the failure in the transfer of passive immunity may be influenced by the breed of the mother, the calving number of the mother, the feeding method and the size of the milking herd. Therefore, it is necessary to establish adequate colostrum management practices in dairy farms.

When the calf is born immunologically unprotected and when immunity is transferred from mother to child through colostrum, it is therefore necessary to provide the mother with all possible benefits so that the production of colostrum is adequate and with the required quality, as well as Igs are transferred to the calf and we guarantee calves with non-depressed immunity within our herds.

Transition period

Postnatal development and maturation of the gastrointestinal tract of neonatal calves is crucial for their survival. Colostrum intake causes morphological and functional changes of

calostro que promueven el establecimiento de la digestión intestinal y la absorción de los alimentos (Ontsouka *et al.*, 2016). El desarrollo ruminal será mínimo hasta no existir un crecimiento papilar y vascularización de los divertículos (Tamate *et al.*, 1962).

En las primeras tres semanas de vida, el ternero es “lactante”. Entre las tres y las ocho semanas de vida, se considera “*período de transición*”. Y a partir de las ocho semanas de vida los preestómagos están bien desarrollados y permiten una digestión fermentativa propia del “*rumiante adulto*” (Relling and Mattioli, 2003) ; (de Oliveira *et al.*, 2007). Las papilas aumentan la superficie de absorción (de ácidos grasos primarios y sodio) en el rumen, y esa es su principal función, aunque también se habla de una función mecánica, aumentando la fricción de los alimentos con la pared del rumen (Salvador and Martínez, 2013).

El suplemento con forraje es beneficioso para promover el desarrollo papilar y la rumia, siendo importante señalar que la forma física de las dietas de inicio como su composición nutricional favorece el desarrollo gastrointestinal del ternero Khan *et al.* (2016). Según (Riganti *et al.*, 2010), para destetar tempranamente se debe lograr una rápida transición de lactante a rumiante y para lograrlo es esencial un rápido y adecuado desarrollo ruminal y la adaptación metabólica para que el animal sea capaz de obtener suficientes nutrientes del alimento sólido a partir de la fermentación ruminal.

La clave para un desarrollo rápido y funcional planteado por Matías and Rodriguez (2011), consiste en ofrecer concentrado rico en granos a partir de los 3 días de edad pero, teniendo en cuenta, que el agua es el principal estimulante del consumo de alimento sólido e influye directamente proporcionar la humedad requerida por el rumen para el

organs and systems in young calves, due to the bioactive substances in colostrum that promote the establishment of intestinal digestion and food absorption (Ontsouka *et al.*, 2016). Ruminal development will be minimal until there is no papillary growth and vascularization of the diverticula (Tamate *et al.*, 1962).

In the first three weeks of life, the calf is "lactating". Between three and eight weeks of life, it is considered a "transition period". And after eight weeks of life, the pre-stomachs are well developed and allow a fermentative digestion typical of the "adult ruminant" (Relling and Mattioli, 2003) ; (de Oliveira *et al.*, 2007). The papillae increase the absorption surface (of primary fatty acids and sodium) in the rumen, and that is their main function, although there is also talk of a mechanical function, increasing the friction of the food with the rumen wall (Salvador and Martínez , 2013).

The supplement with forage is beneficial to promote papillary development and rumination, being important to point out that the physical form of the starter diets as well as its nutritional composition favors the gastrointestinal development of the calf Khan *et al.* (2016). According to (Riganti *et al.*, 2010), to wean early, a rapid transition from suckling to ruminant must be achieved and to achieve this, rapid and adequate ruminal development and metabolic adaptation are essential for the animal to be able to obtain sufficient nutrients from the feed solid from ruminal fermentation.

The key to a rapid and functional development proposed by Matías and Rodriguez (2011), consists in offering concentrate rich in grains from 3 days of age, but taking into account that

establecimiento y desarrollo de la flora microbiana. También (Montoya, 2016) plantea, que no solo el efecto de la dieta favorece al desarrollo sino además la producción de AGV dado, que el rumen produce grandes cantidades de estos ácidos y proteína microbiana a través de la degradación de los alimentos. En términos generales, terneros alimentados tempranamente con una dieta sólida o criados a pastoreo, lograrían una cierta madurez ruminal alrededor de los dos a tres meses de edad (Byrne *et al.*, 2017).

En el estudio realizado por Belanche *et al.* (2007), el desarrollo de las vísceras se modifica por la concentración de AGV pero también por las proporciones relativas de cada uno de ellos, así el incremento en la proporción de ácido propiónico (de 12 al 20 %) y ácido acético (del 82 al 73 %). El cambio cualitativo en la concentración de AGV debería estar relacionado con el incremento en la ingestión de carbohidratos no estructurales derivada de la ingestión del concentrado

Por lo que podríamos decir que los alimentos concentrados, con fibra, proteína, de partículas de mayor tamaño y carbohidratos en las proporciones requeridas favorecen al desarrollo de las papilas ruminales, del rumen propiamente dicho y además favorece al desarrollo de los microorganismos que se encargan de la posterior fermentación de estos alimentos. Todo lo antes dicho forma parte los cambios que están presentes en el ternero en el paso de no rumiante a rumiante.

Microorganismos del rumen

Las bacterias representan la fracción de la población ruminal imprescindibles para la vida del rumiante. El neonato adquiere esta flora por el contacto directo con otros bovinos o bien por contacto indirecto a través de elementos

water is the main stimulant of solid food consumption and directly influences providing the humidity required by the rumen for the establishment and development of the microbial flora. Also (Montoya, 2016) states that not only the effect of the diet favors development but also the production of VFA given that the rumen produces large amounts of these acids and microbial protein through the degradation of food. In general terms, calves fed early on a solid diet or raised on grazing, would achieve a certain ruminal maturity around two to three months of age (Byrne *et al.*, 2017).

In the study carried out by Belanche *et al.* (2007), the development of the viscera is modified by the concentration of AGV but also by the relative proportions of each of them, thus the increase in the proportion of propionic acid (from 12 to 20%) and acetic acid (from 82 to 73%). The qualitative change in the concentration of VFA should be related to the increase in the intake of non-structural carbohydrates derived from the ingestion of the concentrate

So we could say that concentrated foods, with fiber, protein, larger particles and carbohydrates in the required proportions favor the development of ruminal papillae, of the rumen itself and also favor the development of microorganisms that are responsible for the subsequent fermentation of these foods. All of the above is part of the changes that are present in the calf in the transition from non-ruminant to ruminant.

Rumen microorganisms

Bacteria represent the fraction of the ruminal population essential for ruminant life. The newborn acquires this flora through direct contact with other bovines or through indirect

contaminados como forrajes o agua de bebida (Relling and Mattioli, 2003).

El desarrollo de la mucosa del rumen se estimula por la aparición de los ácidos propiónico y butírico, que señalan la existencia de flora celulolítica. Los microorganismos poseen marcada especificidad para procesar proteínas vegetales; las de origen animal se aprovechan mucho menos, excepto las lácteas (Maidana, 1982).

Al interior del retículo-rumen hay bacterias y protozoos que, junto con los procesos de almacenamiento, fermentación, regurgitación, remasticación e insalivación, facilitan la digestión del alimento para que continúe hacia el omaso y abomaso. El líquido ruminal está rico en bacterias, con alrededor de 10^{10} - 10^{11} bacterias/ml clasificadas según su función en celulolíticas, hemicelulolíticas, aminolíticas, bacterias que utilizan azúcares, bacterias proteolíticas, bacterias productoras de amonio, bacterias que producen metano, lipolíticas y: bacterias sintetizadoras de vitaminas. Las fibras y otros polímeros insolubles vegetales que no pueden ser degradados por las enzimas del animal son fermentados a AGV, principalmente acético, propiónico y butírico, y a gases CO_2 y CH_4 por dichas bacterias. Los AGV atraviesan las paredes del rumen y pasan a la sangre, luego son oxidados en el hígado y pasan a ser la mayor fuente de energía para las células (Cuesta, 2006)

La estrategia alimentaria de los rumiantes según Calsamiglia and Ferret (2002), se basa en la simbiosis establecida entre los microorganismos ruminales y el animal. Mientras el rumiante aporta alimentos y las condiciones adecuadas del medio (temperatura, acidez, anaerobiosis, ambiente reductor), las bacterias utilizan parcialmente los alimentos haciendo útiles los forrajes (de otra forma indigestibles para los

contact through contaminated elements such as forage or drinking water (Relling and Mattioli, 2003).

The development of the rumen mucosa is stimulated by the appearance of propionic and butyric acids, which indicate the existence of cellulolytic flora. Microorganisms have a marked specificity for processing plant proteins; those of animal origin are used much less, except for dairy products (Maidana, 1982).

Inside the reticulum-rumen there are bacteria and protozoa that, together with the processes of storage, fermentation, regurgitation, remastication and insalivation, facilitate the digestion of the food so that it continues towards the omasum and abomasum. The ruminal fluid is rich in bacteria, with about 10^{10} - 10^{11} bacteria/ml classified according to their function as cellulolytic, hemicellulolytic, aminolytic, sugar-using bacteria, proteolytic bacteria, ammonium-producing bacteria, methane-producing bacteria, lipolytic and: bacteria vitamin synthesizers. Fibers and other insoluble plant polymers that cannot be degraded by animal enzymes are fermented to AGV, mainly acetic, propionic and butyric, and to CO_2 and CH_4 gases by said bacteria. AGVs cross the walls of the rumen and pass into the blood, then they are oxidized in the liver and become the main source of energy for the cells (Cuesta, 2006).

The feeding strategy of ruminants according to Calsamiglia and Ferret (2002), is based on the symbiosis established between ruminal microorganisms and the animal. While the ruminant provides food and the appropriate environmental conditions (temperature, acidity, anaerobiosis, reducing environment), the

mamíferos) y aportando productos de la fermentación con valor nutritivo para el rumiante (los ácidos grasos volátiles) y la proteína microbiana.

Gracias a la microbiota ruminal los carbohidratos estructurales (celulosa y hemicelulosa) pueden representar la fuente más importante de energía para los rumiantes. Mientras que crecen los microbios del rumen, producen aminoácidos, compuestos a partir de los cuales se forman las proteínas.

Enzimas-Fermentación

Durante el primer período de vida, el ternero solo podrá digerir leche. Una lipasa salival provocará la hidrólisis de los triglicéridos de la grasa butirosa. En el cuajar el lab-fermento coagulará la caseína y en el duodeno las enzimas pancreáticas e intestinales posibilitarán la degradación de lactosa, lactoproteínas y restos lipídicos. No hay fermentación de celulosa y es mínimo el aprovechamiento de almidón, dextrinas y maltosa (Gürtler *et al.*, 1987).

La lactasa presenta mayor actividad en la primera semana de vida del ternero, la sustitución gradual de esta y la falta de estímulo del sustrato influye directamente en la reducción de la actividad enzimática Preston and Willis (1970). El sistema enzimático es deficiente y según se comporte la dieta y aumente la edad del ternero disminuye la actividad enzimática y comienza a tener mayor participación la fermentación ruminal.

El desarrollo del epitelio ruminal, depende de estímulos químicos (absorción de los ácidos orgánicos liberados de las fermentaciones, principalmente) y mecánicos (masticación y rumiación) que se inician con el consumo de alimentos sólidos [Byrne et al. \(2017\)](#).

Los rumiantes se han especializado en consumir

bacteria partially use the food, making forage useful (otherwise indigestible for mammals) and providing fermentation products with nutritional value for ruminant (volatile fatty acids) and microbial protein.

Thanks to the ruminal microbiota, structural carbohydrates (cellulose and hemicellulose) can represent the most important source of energy for ruminants. As rumen microbes grow, they produce amino acids, compounds from which proteins are formed.

Enzymes-Fermentation

During the first period of life, the calf will only be able to digest milk. A salivary lipase will cause the hydrolysis of triglycerides from butyrose fat. In curdling, the lab-ferment will coagulate the casein and in the duodenum the pancreatic and intestinal enzymes will enable the degradation of lactose, lactoproteins and lipid residues. There is no cellulose fermentation and the utilization of starch, dextrins and maltose is minimal (Gürtler *et al.*, 1987).

Lactase is more active in the first week of life of the calf, its gradual substitution and the lack of substrate stimulation directly influence the reduction of enzymatic activity Preston and Willis (1970). The enzymatic system is deficient and as the diet behaves and the age of the calf increases, the enzymatic activity decreases and ruminal fermentation begins to have a greater participation.

The development of the ruminal epithelium depends on chemical stimuli (absorption of organic acids released from fermentation, mainly) and mechanical stimuli (mastication and rumination) that begin with the

material vegetal fibroso, que las enzimas digestivas son incapaces de degradar, pero mediante la fermentación que proporcionan los microorganismos que viven en simbiosis en el rumen, son aprovechados (Febres *et al.*, 2007).

El proceso de fermentación es realizado principalmente en las dos primeras partes del estómago por los microorganismos (protozoarios, hongos y bacterias) que habitan en el rumen Lovett *et al.* (2006). Lo que varía de acuerdo a circunstancias ambientales y dietéticas (Church *et al.*, 1974) y está acoplado al crecimiento microbiano y las proteínas de la biomasa, constituyen la principal fuente de nitrógeno para el animal (Cuesta, 2006).

Los protozoos metabolizan preferentemente hidratos de carbono solubles como fuente de carbono y energía, y generalmente polimerizan hexosas en amilopectina, secuestrando así las fuentes potenciales de carbono y energía. Los productos principales de fermentación de los holotricos son ácido acético, butírico y láctico junto a gases como CO₂ e H₂ (Cuesta, 2006).

Las bacterias pueden utilizar amoníaco o urea como fuentes de nitrógeno para producir aminoácidos. Sin embargo, las proteínas bacterianas producidas en el rumen son digeridas en el intestino delgado y constituyen la fuente principal de aminoácidos. Los microorganismos sintetizan los aminoácidos y vitaminas, principalmente del complejo B, siendo la principal fuente de esos nutrientes esenciales para el animal

Hoy día se habla de manipulación de la fermentación ruminal término que fue descrito por primera vez en Cuba por Marty (1972), con el objetivo de activar o modificar los sitios sensibles de desarrollo microbiano, producción de enzimas y productos finales de la acción microbiana. Según Galindo and Marrero (2005),

consumption of solid foods Byrne *et al.* (2017).

Ruminants have specialized in consuming fibrous plant material, which digestive enzymes are unable to degrade, but through fermentation provided by microorganisms living in symbiosis in the rumen, they are used (Febres *et al.*, 2007).

The fermentation process is carried out mainly in the first two parts of the stomach by the microorganisms (protozoa, fungi and bacteria) that inhabit the rumen Lovett *et al.* (2006). What varies according to environmental and dietary circumstances (Church *et al.*, 1974) and is coupled to microbial growth and biomass proteins, constitute the main source of nitrogen for the animal (Cuesta, 2006).

Protozoa preferentially metabolize soluble carbohydrates as a carbon and energy source, and generally polymerize hexoses to amylopectin, thus sequestering potential carbon and energy sources. The main products of holotric acid fermentation are acetic, butyric and lactic acids together with gases such as CO₂ and H₂ (Cuesta, 2006).

Bacteria can use ammonia or urea as nitrogen sources to produce amino acids. However, bacterial proteins produced in the rumen are digested in the small intestine and constitute the main source of amino acids. Microorganisms synthesize amino acids and vitamins, mainly B complex, being the main source of these essential nutrients for the animal.

Today we talk about the manipulation of ruminal fermentation, a term that was described for the first time in Cuba by Marty (1972), with the aim of activating or modifying sensitive sites of microbial development, production of

la manipulación se deriva de los principios que rigen el desarrollo de las poblaciones microbianas, sus principales interacciones y productos del metabolismo microbiano

Para que ocurra una perfecta fermentación y absorción de los productos finales obtenidos en la fermentación es necesario un correcto desarrollo de las papilas ruminales y reticulares, y una abundante circulación capilar, lo que ocurre cuando el proceso de desarrollo de los divertículos sea concluido.

Desarrollo ruminal

La alimentación del ternero durante la lactancia se basa en el uso de leche o de sustitutos de leche, luego se incorpora la administración de alimentos sólidos para favorecer el desarrollo ruminal. Un correcto manejo de las dietas líquidas y sólidas determinará la eficiencia alimenticia y el desarrollo de un rumen funcional (Marin, 1992). Al incorporar al sustituto lácteo mayor % de derivados de la leche, se favorece la capacidad anatómica del estómago (Ghezzi *et al.*, 2000).

Los animales que tomaron mayor cantidad de dieta líquida, presentaron menores consumos de alimento balanceado dado que presentan un llenado físico, por lo que no experimentan la necesidad de consumir cantidades mayores de alimento balanceado (Elizondo-Salazar and Sánchez-Álvarez, 2013).

Al aumentar el tamaño de partícula de la fracción fibrosa en dietas altas en concentrados energéticos se incrementa la eficiencia de síntesis microbiana, debido a que se mejoran las condiciones ruminales se incrementan los procesos de rumiación y salivación. Asimismo, se incrementa la digestibilidad de la materia orgánica (Yang *et al.*, 2002).

El consumo de alimento de arranque, ganancia

enzymes and final products of microbial action. According to Galindo and Marrero (2005), manipulation derives from the principles that govern the development of microbial populations, their main interactions and products of microbial metabolism.

For a perfect fermentation and absorption of the final products obtained in the fermentation to occur, a correct development of the ruminal and reticular papillae is necessary, as well as an abundant capillary circulation, which occurs when the development process of the diverticula is completed.

Ruminal development

The feeding of the calf during lactation is based on the use of milk or milk substitutes, then the administration of solid foods is incorporated to favor ruminal development. Correct management of liquid and solid diets will determine feed efficiency and the development of a functional rumen (Marin, 1992). By incorporating a higher percentage of milk derivatives into the milk substitute, the anatomical capacity of the stomach is favored (Ghezzi *et al.*, 2000).

The animals that ate a greater amount of liquid diet, presented lower consumption of balanced food since they present a physical filling, so they do not experience the need to consume larger amounts of balanced food (Elizondo-Salazar and Sánchez-Álvarez, 2013).

By increasing the particle size of the fibrous fraction in diets high in energy concentrates, the efficiency of microbial synthesis increases, since ruminal conditions are improved, rumination and salivation processes are increased. Likewise, the digestibility of organic matter is increased (Yang *et al.*, 2002).

media diaria, peso corporal, pH ruminal y la proporción molar de acetato del rumen aumenta cuando se oferta forraje Imani *et al.*(2017). Los componentes que actúan principalmente en el desarrollo del rumen son los AGV principalmente el ácido acético, butírico y propiónico que son productos de la fermentación de los carbohidratos y las proteínas de la ración sólida.

Se ha utilizado en la alimentación del ternero, suplementación con mezcla que contiene monoglicéridos de ácidos grasos de cadena corta y media en el sustituto lechero para el desarrollo de las papilas ruminales. Donde Ragionieri *et al.* (2016), este suplemento regula mejor la proliferación de células epiteliales aumenta la eficiencia para el transporte de nutrientes a través del epitelio.

Actualmente existe un sistema de desleche anticipado y desarrollo ruminal, según Rafaelli (2014), se utiliza un alimento especial, de alta digestibilidad denominado Sistema Ruter, donde se trataría de conseguir el máximo desarrollo digestivo a las pocas semanas de vida, acelerando el paso de prerumiante a rumiante y logrando un mayor desarrollo del animal en un lapso menor. Esto implicaría un seguimiento extremadamente cuidadoso del consumo por animal, y posibilitaría retirar la leche o sustitutos antes que, en los sistemas convencionales, proporcionándola solamente durante 2 a 3 semanas

Efectos de la fibra, heno, forraje en el desarrollo ruminal

La composición de las dietas del ternero, puede influir en este positiva o negativamente, es necesario, por tanto, conocer la forma, estructura, composición, degradabilidad y digestibilidad de los alimentos a ofertar.

La alimentación del rumiante está basada

Starter feed intake, average daily gain, body weight, ruminal pH and rumen acetate molar ratio increase when forage is offered Imani *et al.*(2017). The components that act mainly in the development of the rumen are the AGV, mainly acetic, butyric and propionic acid, which are products of the fermentation of carbohydrates and proteins in the solid ration.

It has been used in calf feeding, supplementation with a mixture containing monoglycerides of short and medium chain fatty acids in milk replacer for the development of ruminal papillae. Where Ragionieri *et al.* (2016), this supplement better regulates the proliferation of epithelial cells and increases the efficiency for the transport of nutrients through the epithelium.

Currently there is a system of early weaning and ruminal development, according to Rafaelli (2014), a special highly digestible food called Ruter System is used, where it would be about achieving maximum digestive development within a few weeks of life, accelerating the passage of preruminant to ruminant and achieving greater development of the animal in a shorter period of time. This would imply extremely careful monitoring of consumption per animal, and would make it possible to withdraw milk or substitutes earlier than, in conventional systems, providing it for only 2 to 3 weeks.

Effects of fiber, hay, forage on rumen development

The composition of the calf's diets can influence it positively or negatively; therefore, it is necessary to know the shape, structure, composition, degradability and digestibility of the feeds to be offered.

principalmente en materiales fibrosos como los forrajes y/o materiales de diferente naturaleza como los alimentos concentrados, entre otros Raposo *et al.* (2015). El suministro de heno estimula la rumia, y aumenta la producción de AGCC, especialmente la producción de acetato, y la producción de NH₃ (Fischer *et al.*, 1994). Pero el suministro de alimentos con contenido alto en almidón y baja en fibra puede afectar negativamente el desarrollo del rumen (Khan *et al.*, 2016), y conducen a desórdenes de la digestión (Cuesta, 2006).

El conjunto de hidratos de carbono estructurales de la fibra están compuesto por celulosa, hemicelulosa, pectinas, β -glucanos, ácidos fenólicos y lignina, que forman parte de la pared celular Bach and Calsamiglia (2006). Cuando las dietas son con exceso de fibras y otros polímeros insolubles vegetales que no pueden ser degradados por las enzimas del animal son fermentados a AGV estos atraviesan las paredes del rumen y pasan a la sangre, luego son oxidados en el hígado y pasan a ser la mayor fuente de energía para las células (Perez and Sirias, 2007).

El consumo de forrajes estimula elevadas secreciones de saliva, y los carbohidratos de los forrajes son lentamente digeribles, mientras que el consumo de granos, con carbohidratos rápidamente digeribles genera una importante concentración de ácidos orgánicos (Fischer *et al.*, 1994).

Según Castells *et al.* (2013), los terneros suplementados con heno de avena tienen un mejor ambiente ruminal que los terneros que no se les ofrecen forraje y no tienen un aumento en el llenado intestinal. Por otra parte Laarman and Oba (2011) plantean, que el consumo de heno podría desempeñar un papel importante en la mitigación de la acidosis ruminal en terneros lecheros durante la transición al destete

Ruminant feeding is mainly based on fibrous materials such as forage and/or materials of a different nature such as concentrated feed, among others Raposo *et al.* (2015). Hay supply stimulates rumination, and increases SCFA production, especially acetate production, and NH₃ production (Fischer *et al.*, 1994). But supplying high-starch, low-fiber feeds can negatively affect rumen development (Khan *et al.*, 2016), and lead to digestion disorders (Cuesta, 2006).

The set of structural carbohydrates of the fiber is composed of cellulose, hemicellulose, pectins, β -glucans, phenolic acids and lignin, which are part of the cell wall Bach and Calsamiglia (2006). When diets contain excess fiber and other insoluble plant polymers that cannot be degraded by animal enzymes, they are fermented to AGV, these cross the rumen walls and pass into the blood, then they are oxidized in the liver and become the greatest source of energy for cells (Perez and Sirias, 2007).

Forage consumption stimulates high saliva secretions, and forage carbohydrates are slowly digestible, while grain consumption, with rapidly digestible carbohydrates, generates a significant concentration of organic acids (Fischer *et al.*, 1994).

According to Castells *et al.* (2013), calves supplemented with oat hay have a better ruminal environment than calves that are not offered forage and do not have an increase in intestinal filling. On the other hand, Laarman and Oba (2011) suggest that hay consumption could play an important role in mitigating ruminal acidosis in dairy calves during the

También Beiranvand *et al.* (2014) encontraron que la alimentación con forraje de alfalfa aumenta la ingesta total de materia seca, la ganancia media diaria y el peso final. El fluido ruminal en terneros que consumen este forraje tenía pH más alto y mayores concentraciones de ácidos grasos volátiles totales y acetato molar, disminuye además la formación de placa macroscópica del rumen. Pero según (Mirzaei *et al.*, 2016), los terneros Holstein alimentados con suplementación de ensilaje de maíz tienen un mayor peso corporal final que los alimentados con heno de alfalfa y forraje.

Otros estudios como los realizados por Cadenas *et al.* (2015), han reportado ganancias 531 g/día pero en terneros lactantes (1-30 días) suplementados con una mezcla de torta de algodón y maíz molido más el suministro de heno a voluntad. Mientras que en animales de 4-5 meses según (Oviedo *et al.*, 2011), la ganancia es de 484g/día alimentados con semilla de algodón y melaza, durante la época seca.

En tres ensayos realizados por Suarez-Mena *et al.* (2015), para determinar los efectos de la avena molida y en grano sobre la fermentación retículo-ruminal y el desarrollo del sistema digestivo de terneros. Concluyeron que el aumento de tamaño de partícula de la avena no afectó la fermentación del rumen ni mejoró el desarrollo del sistema digestivo.

También con el bagazo de caña Ybalmea *et al.* (2005) encontraron, que no contribuye eficientemente al desarrollo del rumen del ternero, al propiciar mayor volumen ruminal y menor desarrollo corporal, lo que pudiera relacionarse con la utilización ineficiente de la dieta en general.

La inclusión de heno, ensilaje de maíz, cebada u otros granos en dietas de arranque puede mejorar el crecimiento de las papilas ruminales, el rendimiento en crecimiento y ganancia media

transition to weaning.

Also Beiranvand *et al.* (2014) found that feeding alfalfa forage increases total dry matter intake, mean daily gain, and final weight. The ruminal fluid in calves that consume this forage had higher pH and higher concentrations of total volatile fatty acids and molar acetate, and also decreased the formation of macroscopic plaque in the rumen. But according to (Mirzaei *et al.*, 2016), Holstein calves fed corn silage supplementation have a higher final body weight than those fed alfalfa hay and roughage.

Other studies such as those carried out by Cadenas *et al.* (2015), have reported gains of 531 g/day but in lactating calves (1-30 days) supplemented with a mixture of cotton cake and ground corn plus the supply of hay at will. While in animals of 4-5 months according to (Oviedo *et al.*, 2011), the gain is 484g/day fed with cottonseed and molasses, during the dry season.

In three trials carried out by Suarez-Mena *et al.* (2015), to determine the effects of ground and grain oats on retículo-ruminal fermentation and the development of the digestive system of calves. They concluded that increased particle size of oats did not affect rumen fermentation or improve digestive system development.

Also with the cane bagasse Ybalmea *et al.* (2005) found that it does not contribute efficiently to the development of the calf's rumen, by promoting greater ruminal volume and less body development, which could be related to the inefficient use of the diet in general.

The inclusion of hay, corn silage, barley, or other grains in starter diets can improve ruminal papillae growth, growth performance, and average daily gain of calves during the

diaria de los terneros durante la transición alimento líquido a sólido.

Conclusiones

Los terneros son pequeños monogástricos que alcanzan la categoría rumiante cuando su rumen está desarrollado anatómicamente y funcionalmente. Desarrollo que obtienen con menor o mayor tiempo en dependencia de lo que se tarde la incorporación de alimentos sólidos en la dieta y se disminuya la ingesta de los líquidos.

transition from liquid to solid feed.

Conclusions

Calves are small monogastric calves that reach the ruminant category when their rumen is anatomically and functionally developed. Development that they obtain with less or more time depending on how long it takes to incorporate solid foods into the diet and decrease the intake of liquids.

Bibliografía / References

- Aguilar, A. 2011. *Alimentación de becerros holstein con suero de leche*. Facultad de Agronomía.
- Bach, A. & Calsamiglia, S. 2006. La fibra en los rumiantes: ¿química o física? *XXII curso de especialización Fedna. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona*.
- Beiranvand, H., Ghorbani, G. R., Khorvash, M., Nabipour, A., Dehghan-Banadaky, M., Homayouni, A. & Kargar, S. 2014. Interactions of alfalfa hay and sodium propionate on dairy calf performance and rumen development. *Journal of Dairy Science*, 97, 2270-2280.
- Belanche, A., De La Fuente, G., Yañez-Ruiz, D., Calleja, L. & Balcells, J. 2007. Desarrollo anatómico y microbiológico del rumen: Efecto de la edad y tipo de dieta. *ITEA*, 28, 276-278.
- Borroto, O. G. 2015. La fisiología digestiva del rumiante, objeto de investigación en el Instituto de Ciencia Animal durante cincuenta años. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 49, 179-188.
- Byrne, C.J., S. Fair, A.M. English, D. Johnston, P. Lonergan, and D.A. Kenny. 2017. Effect of milk replacer and concentrate intake on growth rate, feeding behaviour and systemic metabolite concentrations of pre-weaned bull calves of two dairy breeds. *Animal* 11:1531-1538.
- Cadenas, J., Masa, A. & Cardona, J. 2015. Comportamiento productivo de terneros lactantes suplementados con maíz más torta de algodón en el departamento de Córdoba, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA*, 7, 171-178.
- Calsamiglia, S. & Ferret, A. 2002. Fisiología ruminal relacionada con la patología digestiva: acidosis y meteorismo. *XVIII Curso de Especialización. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA)*. Eds. CP Ga Rebollar, GG De Blas y Mateos. Madrid, España.
- Castells, L., Bach, A., Aris, A. & Terré, M. 2013. Effects of forage provision to young calves on rumen fermentation and development of the gastrointestinal tract. *Journal of Dairy Science*, 96, 5226-5236.

- Coppo, J. 2007. ¿ El destete precoz produce estrés en los terneros cruza cebú?(Does the. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*, 1695, 7504.
- Cuesta, M. 2006. Retrospectiva sobre el taller sobre Medicina Veterinaria Biológica (Homeopatía y Acupuntura) y Alternativa en la Salud y Producción Orgánica en las Especies Menores de animales domésticos. *Rancho Agropecológico en Especies Menores "Ebenezzer". Managua, Nicaragua. Managua, NI.*
- Church, D. C. 1988. *The Ruminant animal: digestive physiology and nutrition.*
- Church, D. C., Maluenda, P. D., París, S. C. & Urgel, J. C. 1974. *Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes*, Acribia.
- De Oliveira, J. S., De Moura Zanine, A. & SANTOS, E. M. 2007. Fisiología, manejo e alimentação de bezerros de corte. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, 10, 39-48.
- Dunn, A., Ashfield, A., Earley, B., Welsh, M., Gordon, A. & Morrison, S. J. 2017. Evaluation of factors associated with immunoglobulin G, fat, protein, and lactose concentrations in bovine colostrum and colostrum management practices in grassland-based dairy systems in Northern Ireland. *Journal of Dairy Science*, 100, 2068-2079.
- Elizondo-Salazar, J. & Heinrichs, A. 2009. Feeding heat-treated colostrum or unheated colostrum with two different bacterial concentrations to neonatal dairy calves. *Journal of dairy science*, 92, 4565-4571.
- Elizondo-Salazar, J. A. & Sánchez-Álvarez, M. 2013. Efecto del consumo de dieta líquida y alimento balanceado sobre el crecimiento y desarrollo ruminal en terneras de lechería. *Agronomía Costarricense Vol. 36 Núm. 2.*
- Escobar, E. M. 2012. *Efecto de Dos Formas de Suministro del Alimento Lácteo (RALTEC) en el Comportamiento de Terneros Holstein Mestizos (Holstein X Cebú).*
- Febres, O. A., Vergara-López, J. & Venezuela, Z. 2007. Propiedades físicas y químicas del rumen. *Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal*, 15, 133-140.
- Fernández, A., Stuart, R., Chongo, B. & Martín, P. 2013. Terminación de novillos británicos en pastoreo, suplementados con grano de sorgo alto en taninos. *Pastos y Forrajes*, 36, 238-245.
- Fischer, J., Buchanan-Smith, J., Campbell, C., Grieve, D. & Allen, O. 1994. Effects of forage particle size and long hay for cows fed total mixed rations based on alfalfa and corn. *Journal of dairy science*, 77, 217-229.
- Foley, J. & Otterby, D. 1978. Availability, Storage, Treatment, Composition, and Feeding Value of Surplus Colostrum: A Review^{1, 2}. *Journal of Dairy Science*, 61, 1033-1060. Galindo, J. & Marrero, Y. 2005. *Manipulación de la fermentación microbiana ruminal*, Instituto de Ciencia Animal.

- Ghezzi, M., Lupidio, M., Castro, A., Gómez, S., Bilbao, G. & Landi, H. 2000. Desarrollo morfológico del estómago en terneros alimentados con dos sustitutos lácteos. *Revista chilena de anatomía*, 18, 19-26.
- Gürtler, H., Ketz, A., Kolb, E., Schröder, L. & Seidel, H. 1987. Fisiología de la digestión y de la absorción. *Fisiología Veterinaria*. 3^a ed. Acribia, Zaragoza, España, 217-419.
- Heinrichs, A. 2007. Nutrición para optimizar la salud y rendimientos de las terneras de recría. *Pennsylvania State University. USA*.
- Imani, M., Mirzaei, M., Baghbanzadeh-Nobari, B. & Ghaffari, M. H. 2017. Effects of forage provision to dairy calves on growth performance and rumen fermentation: A meta-analysis and meta-regression. *Journal of Dairy Science*, 100, 1136-1150.
- Khan, M., Bach, A., Weary, D. & Von Keyserlingk, M. 2016. Invited review: Transitioning from milk to solid feed in dairy heifers. *Journal of dairy science*, 99, 885-902.
- Koning, H. & Liebich, H. G. 2008. Anatomía de los animales domésticos: órganos, sistema circulatorio y sistema nervioso. *Médica Panamericana*, 279-281.
- Laarman, A. H. & Oba, M. 2011. Short communication: Effect of calf starter on rumen pH of Holstein dairy calves at weaning. *Journal of Dairy Science*, 94, 5661-5664.
- Lovett, D., Stack, L., Lovell, S., Callan, J., Flynn, B., Hawkins, M. & O'mara, F. 2006. Effect of feeding *Yucca schidigera* extract on performance of lactating dairy cows and ruminal fermentation parameters in steers. *Livestock Science*, 102, 23-32.
- Lozano, R. P. P., De La Rubia, S., Rebolé, M. C. & Núñez, D. D. L. 2013. Acidosis ruminal en el ternero lactante: a propósito de un caso clínico. *REDUCA*, 5.
- Maidana, S. L. 1982. Bioquímica de la digestión ruminal. *FCV. UNNE Talleres Gráficos Moro Hnos. Resistencia, Chaco. Argentina*.
- Marin, J. 1992. Sustitutos de la leche en la alimentación de terneras de reemplazo. *Holstein*, 3, 17.
- Martínez, G. 2005. Bases fisiológicas y nutricionales de la unidad vaca-ternero. *Cenerema. UACH*.
- Marty, R. 1972. Manipulación de la fermentación ruminal. *Rev. Cubana Cienc. Agric*, 6, 163.
- Matías, M. S. J. A. & Rodriguez, J. A. P. 2011. Manejo integrado de ganado Vacuno.
- Mirzaei, M., Khorvash, M., Ghorbani, G. R., Kazemi-Bonchenari, M. & Ghaffari, M. H. 2016. Growth performance, feeding behavior, and selected blood metabolites of Holstein dairy calves fed restricted amounts of milk: No interactions between sources of finely ground grain and forage provision. *Journal of Dairy Science*, 100, 1086-1094.

- Montoya, A. 2016. Consumo de concentrado iniciador y crecimiento de becerras bajo diferente régimen de alimentación con leche pasteurizada.
- Ontsouka, E. C., Albrecht, C. & Bruckmaier, R. M. 2016. Invited review: Growth-promoting effects of colostrum in calves based on interaction with intestinal cell surface receptors and receptor-like transporters. *Journal of Dairy Science*, 99, 4111-4123.
- Orskov, E. 1988. *Nutrición proteica de los rumiantes*, Acribia.
- Oviedo, C., Pastrana, Á., Maza, L., Salgado, R. & Vergara, O. 2011. Suplementación de terneras lactantes doble propósito en la época seca en el valle medio del Sinú, Colombia.
- Perez, E. & Sirias, R. 2007. *Transferencia de liquido ruminal o transfaunacion en terneros de 2 a 4 meses con trastornos de poco desarrollo corporal en la Finca Las Mercedes de la UNA*. Universidad Nacional Agraria, UNA.
- Preston, T. R. & Willis, M. B. 1970. *Intensive Buf Production.*, Oxford: Pergamon Press.
- Rafaelli, P. M. 2014. Crianza de terneros de tambo. Recría de vaquillonas de tambo.
- Ragionieri, L., Cacchioli, A., Ravanetti, F., Botti, M., Ivanovska, A., Panu, R., Righi, F., Quarantelli, A. & Gazza, F. 2016. Effect of the supplementation with a blend containing short and medium chain fatty acid monoglycerides in milk replacer on rumen papillae development in weaning calves. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger*, 207, 97-108.
- Raposo, S.; Da Costa, R.; Bungenstab, DJ. 2015. *Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações*. Brasília, DF. Embrapa. 150
- Relling, A. E. & Mattioli, G. A. 2003. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. *Fac. Ciencias Veterinarias. Argentina: Universidad Nacional de La Plata*.
- Riganti, J., Morao, G. & Gonsolin, R. 2010. Desarrollo ruminal en terneros Holando Argentino alimentados con un Preiniciador para un desleche a los 30 días de edad.
- Salazar, J. A. E. & Zamora, J. R. 2013. Transferencia de inmunidad pasiva en terneras de lechería que reciben calostro por dos métodos diferentes. *Nutrición animal tropical*, 7, 1-13.
- Salvador, C. R. & Martínez, M. E. G. 2013. Anatomía Veterinaria. 10. Estómago de los rumiantes. Anatomías externa e interna. Surco gástrico. Posición y relaciones anatómicas. Fijaciones. *REDUCA*, 5.
- Suarez-Mena, F. X., Heinrichs, A. J., Jones, C. M., Hill, T. M. & Quigley, J. D. 2015. Digestive development in neonatal dairy calves with either whole or ground oats in the calf starter¹. *Journal of Dairy Science*, 98, 3417-3431.

- Tamate, H., Mcgilliard, A., Jacobson, N. & Getty, R. 1962. Effect of Various Dietaries on the Anatomical Development of the Stomach in the Calf1. *Journal of Dairy Science*, 45, 408-420.
- Vargas-Villalobos, O. A., Elizondo-Salazar, J. A. & Noguera-Solera, L. 2014. Factores relacionados con la falla en transferencia de inmunidad pasiva en terneras y terneros de lechería en la región central norte de Costa Rica. *Nutrición Animal Tropical Vol. 8 Núm. 1*.
- Vargas, J. B., Noro, M., Pulido, R. G. & Wittwer, F. G. 2012. Respuesta metabólica de terneros de lechería alimentados con sustituto lácteo nacional o importados. *Revista Científica*, 22.
- Vázquez, A., Puldón, Y. & Garcia, C. 2017. Crecimiento de hembras Siboney de Cuba hasta 90 días de edad alimentadas con raciones integrales que contenían diferentes niveles de inclusión de reemplazante leche Roseco. *Universidad&Ciencia*, 6, 30-47.
- Vetter, A., Argüello, A., Baumrucker, C. & Bruckmaier, R. 2013. Short communication: Fractional milking distribution of immunoglobulin G and other constituents in colostrum. *Journal of dairy science*, 96, 5919-5922.
- Wang, Y., XU, M., Wang, F., Yu, Z., Yao, J., Zan, L. & Yang, F. 2009. Effect of dietary starch on rumen and small intestine morphology and digesta pH in goats. *Livestock Science*, 122, 48-52.
- Weaver, D. M., Tyler, J. W., Vanmetre, D. C., Hostetler, D. E. & Barrington, G. M. 2000. Passive transfer of colostrum immunoglobulins in calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 14, 569-577.
- Yang, W., Beauchemin, K. & Rode, L. 2002. Effects of particle size of alfalfa-based dairy cow diets on site and extent of digestion. *Journal of dairy science*, 85, 1958-1968.
- Ybalmea, R. 2011. Manejo y Alimentación de la Vaca en Transición.“. *Maestría producción animal para la zona tropical*”, Instituto de Ciencia Animal, Mayabeque.
- Ybalmea, R. 2015. Alimentación y manejo del ternero, objeto de investigación en el Instituto de Ciencia Animal. *Rev. cubana Cienc. agríc*, 49, 141-146.
- Ybalmea, R., Jordán, H., Delgado, D., Chongo, B., Ortega, J. & Vera, A. M. 2005. Efecto de la proporción y tipo de fibra de las dietas integrales en la morfometría y desarrollo del estómago de terneros jóvenes.