

Engorda de bovinos en el rancho “El manantial” de Chilón; Chiapas.

Licenciatura en Medicina Veterinaria Y Zootecnia.

Nombre del alumno:

Lopez Santiago Elisa Aurora.

Ruiz Hernández Filadelfo Domingo.

Nombre del docente: Nayeli Morales Gómez.

Grado y grupo: 8°A.

CAPÍTULO I: Diseño Metodológico

Problemática

La problemática mundial se centra en el consumo excesivo de alimento procesado y dietas en alto consumo, aumentando el costo de ración por cabeza en el hato, la ganadería toma mayor importancia para el desarrollo social y económico de los países, su importancia se refleja en la contribución a la generación de nuevos empleos y en el aporte del PIB nacional. Se estima que en Colombia cerca de 44 millones de hectáreas son destinadas a la ganadería, con población bovina de 23.2 millones de cabezas, siendo la fuente principal de alimento el pastoreo.

Las condiciones nutricionales y reproductivas de los animales en sistemas de producción, sin importar su sistema de manejo y el fin zootécnico de estos mismos, se verán dependientes de los siguientes puntos: disponibilidad, valor nutritivo de forrajes en praderas, balances de nutrientes para organismos ruminales, los cuales permiten optimizar la fermentación ruminal de la pared celular en forrajes, focalizar la principal fuente de energía para el bovino, así como la implementación de suplementos en la dieta para un buen mantenimiento para la mejora del balance de proteína y energía obtenida del rumen.

La carne de bovinos en México es esencial en la alimentación por su alto contenido nutricional, por esto; el mercado exige un cumplimiento sumamente estricto de los estándares, además de ser rigurosos para el manejo adecuado de los animales.

Por otra parte, en México el porcentaje de estratos en bovinos es del 61.8% de las unidades de producción, teniendo de 1 a 10 bovinos. El 26.7% con 11 a 35 animales, tomando en cuenta la suma de ambos, da un total de 88.5% de unidades de producción, nombrándoles “pequeños productores”.

En cuanto a los fines zootécnicos y su actividad, en primer lugar con 8,1 millones de cabezas es para la actividad de pie de cría, posteriormente engorda de ganado con 6.9 millones de cabezas, las vacas para cría de becerros y ordeña ocupa el

tercer puesto con una cantidad de 4.0 millones de animales, encontramos también las vaquillas de remplazo con un puntaje de 7.7 millones, las vacas de producción de leche se encuentran en 2.0 millones, el fin zootécnico de los sementales es una cantidad menor, con 1.2 millones, las reses para trabajo en 2.3 millones, así como el uso de ganado sin clasificación alguna, esto nos indica que en México el ganado es bastante explotado, de manera que se busca aprovechar el máximo el potencial del ejemplar.

En México la movilización de ganado vacuno es complejo, se debe a que el volumen, el origen y destino de los animales determinan la estructura económica y la red de diversidad de mercados. Se estima que la red de mercado en reses, posee una estructura de alta densidad y bajas centralizaciones. La oferta se concentra en el sureste y la demanda en el norte y centro del país.

Se atribuye que en la movilización de ganado bovino para engorda se conforma por 31 orígenes y 32 destinos, dando así un promedio de 3,9 millones de ganado bovino movilizadas y el 73,6 cabeza de ganado por movilización. Los estados con mayor importancia de movilización de ganado en el ámbito origen-destino son Chiapas y Durango.

En cuanto a México, los sistemas de engorde son variados, estos dependerán de la región y situación económica en que se encuentre, para la ganadería veracruzana la engorda en corral radica en la rentabilidad, procurando darles una solución a los gastos altos costos, busca minimizar costos y aumentar la producción. Sin crear alteraciones en producción animal, sanidad, manejo y nutrición.

El estado de Chihuahua la ganadería es la principal actividad económica, desempeñándola de forma extensiva con alrededor de 18 millones de hectáreas, donde su objetivo central es el sistema de producción en becerros para la exportación hacia Estados Unidos. Ocupando así el primer lugar de exportación anual a nivel nacional con la cantidad de 350,000 cabezas de ganado.

El estado de Sonora es vinculado a la producción ganadera, la producción de ganado en Sonora ha sido afectada por comercios, la explotación de ganado se ve como una de las más relevantes, gracias a la incorporación de ocho mil seiscientos cuarenta y seis productores rurales, Sonora ocupa el 87% del territorio productivo en entidad, aportando el 40% del valor total de la producción pecuaria. Las unidades campesinas son caracterizadas por su alto número dispersión geográfica y atomización.

En el estado de Chiapas la explotación del sistema ganadero es de doble propósito, donde los productores obtienen ingresos económicos por la venta de carne y leche, la mayor producción agropecuaria proviene de ejidos y comunidades agrarias, donde la tenencia de la tierra se expresa en mayor superficie en el campo Mexicano, específicamente en Chiapas, los ejidos cuentan con suelos que aportan montes, áreas forestales, manglares, costas, agua, minas y diversidad de atractivos naturales, donde es importante llevar un equilibrio entre la producción de ganado y las áreas verdes o protegidas según en la localidad del estado donde se encuentre.

Dicho esto, el estado de Chiapas cuenta con un gran potencial económico y ecológico, sin embargo, la mayor parte tienen carencias que dificultan la producción agropecuaria y forestal. Con respecto a Chiapas, existen 15 unidades de suelos las tres unidades principales ocupan el 53% del territorio. Esto es litosoles, rendzinas y acrisoles, de acuerdo a su extensión los litosoles son los que se presentan con mayor frecuencia en el territorio Chiapaneco, ocupando un 20% del mismo.

La agricultura y la ganadería ganaron una mayor superficie a los distintos tipos de vegetación vía las cubiertas secundarias que por la remoción de las cubiertas no alteradas. Comparativamente con la ganadería, la agricultura fue, en todos los casos, la mayor responsable del cambio de uso del suelo en el país. (pasos, 2019)

En el estado de Chiapas, específicamente en las zonas denomina mayenses (Tzeltales, Choles y Tzotziles), la ganadería en la zona tzeltal busca equilibrar la biodiversidad de flora y fauna con el trabajo agropecuario, se pueden diferenciar cuatro tipos de productores que comparten actividades productivas, como dar sales minerales y participar en campañas zoonosanitarias, pero, diferentes en otros aspectos como el nivel educativo.

Este problema va dirigido a la localidad de Chilón, en el ejido de Tacuba nueva; específicamente en el rancho "El manantial", donde se buscará abastecer todas las necesidades, no solo del ganado vacuno, si no; del ganadero, con el objetivo de que la nutrición sea rentable, sostenible y redituable. "Este problema afecta en ámbito económico, pero también en temporada de sequía, ya que al a ver escases de alimento incrementan los costos de toda la alimentación y baja el rendimiento del ganado específicamente en el tema nutricional".

El resolver este problema traerá mejor solvencia económica al ganadero, así como un manejo adecuado para el hato, por tanto, si no se resuelven dichos problemas de mantenimiento, las perdidas no solo económicas, si no, en ganado, serán considerablemente elevadas, así aumentando el tiempo de recepción del ganado, por ende, aumentando costos. Por esto, es importante llevar un buen control en dietas, pastos de cortes, así como un buen protocolo de manejo tanto en el hato, como financiero y forrajero, siendo este trabajo completamente redituable para los interesados.

Objetivos.

Generales:

Analizar, diseñar e implementar un programa de alimentación de mejora continua del manejo de dieta del hato ganadero, brindando calidad y cantidad; con el fin de reducir el lapso de tiempo para aumentar ganancia de peso y reducir gastos en alimentación y pérdidas, con total aprovechamiento de los insumos en temporadas de sequías.

Específicos:

- Dar a conocer la importancia del cuidado en la dieta en el rumiante durante el proceso de engorda.
- Llevar a cabo protocolos de prevención contra enfermedades parasitarias, virales y bacterianas, así como, las deficiencias de minerales y vitaminas que influyen en el proceso.
- Buscar abastecer las necesidades alimenticias y nutricionales necesarias para el rumiante además de que la comida sea rentable, sostenible y redituable.
- Mejorar los cuidados de los cultivos de forrajes existente con mayor énfasis en temporadas de sequías e Implementar cultivos nuevos para reducción de costos.
- Incrementar el peso en rumiantes, en menor tiempo posible.
- Utilizar cuadros alimenticios en las diferentes etapas del crecimiento en el rumiante.

Justificación.

Es conveniente aportar mayor conocimiento y un rendimiento de las reses a utilizar en el proyecto y al lector; siendo esto una guía para todo aquel que desee iniciar la engorda en el ganado bovino. Así como también experimentar en el ganado para mejorar el ingreso y mejorar la calidad de vida de los ganaderos.

En cuanto a la relevancia social principalmente los beneficiados serán los ganaderos, en este caso “El rancho el manantial”, de tal modo que la inversión sea mínima y la ganancia sea el triple y procurando que no haya perdidas en el proceso. El impacto o proyección social, será la disminución del tiempo y la obtención de carne y peso, teniendo en cuenta que el ganadero ha mantenido al ganado en pastoreo rotacional, como objetivo de dos a máximo tres meses en finalizar el proceso.

Conforme a lo establecido anteriormente, podemos decir que el peso del animal no solo va a determinarse por el consumo calórico, si no que, por diversos factores como son: el clima, tipo de razas, genética y el tipo de manejo que se le brinde. Proporcionar un manejo adecuado en instalaciones, cuadros alimenticios, esquema de medicina preventiva, manejo adecuado de factores extrínsecos e intrínsecos; con ellos favorecer un mejor aprovechamiento del tiempo en favor del ganadero. Según el ministerio agropecuario el exceso o la deficiencia de algunos nutrientes en la ración, provoca efectos secundarios en la salud del animal, por ello es importante el manejo adecuado de las raciones a suministrar para así evitar pérdidas de peso o subidas de peso excesivas, lo cual trae como consecuencia el trastorno reproductivo, así como intoxicación por diversos compuestos (Nacional, 2016).

Se podrá confirmar la teoría actual planteada, con la finalidad de reducción de tiempos, así como rellenar huecos en bloques nutricionales en la región de Chilón, Chiapas, ejido de Tacuba nueva, analizar la diversidad de causas y consecuencias que se puedan presentar en el lapso de estudio del hato ganadero. Con el fin de obtener mejores resultados en menos tiempo, sin suministrar esteroides, los cuales no son solo dañinos al mismo animal, si no; al consumidor, es por esto que esta investigación buscara la forma de analizar las dietas correspondientes tomando en cuenta diversos factores, como lo son la región, clima en donde se sitúa el hato ganadero, disposición de forrajes, calidad de la tierra respecto a nutrientes, calidad de agua, el manejo y cuidado de animales silvestres para prevención del hato, verificando así, el medio que nos rodea.

Hipótesis.

El rancho “El manantial”, busca abastecer de requerimientos nutricionales y reducir tiempos en el proceso de engorda, con la creación de este proyecto traerá mejor solvencia económica al ganadero, así como un manejo adecuado para el hato, por tanto, si no se resuelven dichos inconvenientes de mantenimiento, el ganado no será cien por ciento rentable para el ganadero, ya que dependerá de un tiempo prolongado. Proponiendo este proyecto el ganadero tendrá la facilidad de aprovechar el ganado vacuno en un estimado del cien por ciento.

Hipótesis: Con la aplicación del proyecto se satisfacen las necesidades fisiológicas y de requerimiento nutricional para los animales, obteniendo una dieta específica para la zona en que el hato se encuentre, buscando que la ganancia de peso diario sea un estimado de dos a dos puntos cinco kilos de ganancia de peso vivo.

La unidad de análisis: Hato ganadero de un año, con peso de 200 a 300 kilos, en el municipio de Chilón, Chiapas, ejido Tacuba nueva, rancho “El manantial”.

Variable independiente: Hato ganadero.

Variable dependiente: Programa de dieta que equilibrada, con el fin de aumentar carne magra.

Diseño metodológico.

De acuerdo al enfoque cuanti-cualitativo, se pretenden medir y observar los siguientes rasgos, aumento de peso progresivo y ganancia de masa muscular, se apreciará la buena salud externa del hato, así como el comportamiento del animal en el consumo de la dieta. Se mide el peso en determinados lapsos de tiempo (15 días), se analizarán los resultados conforme a la dieta y se brindarán ajustes de ración conforme la ganancia de peso.

Según el alcance de la investigación, el traslado y la obtención de datos se llevará a cabo en el rancho "El manantial" en el ejido Tacuba nueva de Chilón, Chiapas, valorando la relación dieta-ganancia, tomando en cuenta factores ambientales y físicos, propios de la zona y el animal.

El diseño de investigación se entrelaza entres principales diseños, los cuales son: retrospectivo, ya que en este apartado compararemos el método tradicional de engorda y el método científico nutricional; respecto al diseño longitudinal, este se debe al lapso de tiempo en que el animal deberá ser pesado, así como los ajustes de ración, por último, la observación participativa, ya que el investigador se inmiscuirá en dar alimentación diaria.

Población y muestra

En el municipio de Chilón; Chiapas, en el ejido Tacuba nueva, se cuentan con alrededor de veinte ranchos aproximadamente, la investigación se llevará a cabo en el rancho "El manantial", el cual cuenta con sesenta y seis cabezas de ganado, del cual se seleccionarán como muestra de estudio 4 becerros de entre ocho a doce meses de edad, con un peso mínimo de doscientos kilogramos, el trabajo se realizará únicamente con machos que cumplen con las características deseadas.

Técnica e instrumentos de recolección de datos.

Se realizará un conversatorio con el ganadero para saber más afondo sus inquietudes y necesidades respecto al trabajo del ganado, para así resolver todos los temas de interés, a cerca del ganado en general. Así como también la observación paulatina del ganado bovino.

Conversatorio.

-Ganadero- ¿Cómo beneficia la dieta al ganado?

-MVZ Filadelfo- Permite una ganancia adecuada de peso, en un periodo corto.

-Ganadero- ¿Cuál sería la mejor opción en engorda?, ¿Castrados o enteros?

MVZ Elisa- En mi opinión considero que la mejor opción sería los toros enteros, si lo que buscamos es ganado con musculatura ya que al retirar los testículos el incremento de grasa es mayor.

-Ganadero- ¿Qué pasa si una vaca tiene un pezón extra?, ¿Funciona?, lo que pasa es que tengo una vaca, bueno hay varias, pero nació su becerrito y empezó a mamar, pero no me había dado cuenta que tenía cinco pezones, entonces al día siguiente que regrese ya estaba muerto.

-MVZ Elisa- Los pezones extras no funcionan, ya que hay una parte en la mama, por dentro que se llama cisterna, entonces ese pezón no tiene cisterna, por lo tanto, no tiene producción de leche.

-Ganadero- ¿Qué pasa si en la dieta establecida no se da como se debe?

-MVZ Filadelfo- Puede existir una variable en el peso, ya que la ingesta no estaría siendo recurrente, lo que causa diferentes baches en la nutrición, por lo que los cambios no se verían rápidamente, sería un proceso más tardado de lo esperado.

-Ganadero- ¿Cómo puedo mejorar la genética de mi ganado?

-MVZ Filadelfo- Se comenzaría haciendo una selección del ganado, me refiero a que el ganado que ahora se tiene, se deben ir separando mediante la observación, como el ganado está en libre pastoreo, debemos considerar la masa corporal, resistencia a ectoparásitos, en sequía, así como también, existen vacas que tienen aprovechan en todo su esplendor los nutrientes, para ellos y su cría, por lo tanto, no hay tanta pérdida de peso.

-Ganadero - ¿Qué factores influyen en que mi vaca no quede preñada?, lo que pasa es que ya la han montado como tres o cuatro veces y no queda preñada.

-MVZ- Todos puede influir en que la vaca quede cubierta, desde el clima hasta factores internos, sería importante evaluar el estado corporal de la vaca, así como una evaluación en los ovarios, y su sistema reproductivo, el macho no podría ser, ya que al ser su semental por algunos años no nos causa duda.

Tabla 1. Observación.

Tabla 1. Ganancia de peso.					
No. De animal	Peso inicial	Kg en 20 días	Kg en 40 días	Kg en 60 días	Kg final.
001	250 kg				
002	295 kg				
003	320 kg				

Tabla 2. Ajuste de ración conforme al peso.

Animal 001

DIETA	Rancho "El manantial"
ETAPA PRODUCTIVA	GL4 VAQ 12-21
LECHERO O	M
ENGORDA	ENGORDA
PESO VIVO KG	250
PROD PROM LIT	
CMS	6.25
GDP ESPERADA	2.00
INFORMACIÓN DIETA	
KG MS	614.00
KG BH	1354.39
% DE FORRAJE	48.86
MS DE LA RACION	45.33%
COSTO RACION	\$ 3,163.0
COSTO X KG BH	\$ 2.34

Animal 002

DIETA	Rancho "El manantial"
	GL4 VAQ 12-21
ETAPA PRODUCTIVA	M
LECHERO O	
ENGORDA	ENGORDA
PESO VIVO KG	295
PROD PROM LIT	
CMS	7.38
GDP ESPERADA	2.00
INFORMACIÓN DIETA	
KG MS	614.00
KG BH	1354.39
% DE FORRAJE	48.86
MS DE LA RACION	45.33%
COSTO RACION	\$ 3,163.0
COSTO X KG BH	\$ 2.34

Animal 003

DIETA	Rancho "El manantial"
	GL4 VAQ 12-21
ETAPA PRODUCTIVA	M
LECHERO O	
ENGORDA	ENGORDA
PESO VIVO KG	310
PROD PROM LIT	
CMS	7.75
GDP ESPERADA	2.00
INFORMACIÓN DIE	
KG MS	614.00
KG BH	1354.39
% DE FORRAJE	48.86
MS DE LA RACION	45.33%
COSTO RACION	\$ 3,163.0
COSTO X KG BH	\$ 2.34

CAPITULO II: Origen y Evolución del tema

Marco referencial: Historia de la ganadería en México.

La historia de la ganadería se remonta al comienzo con la agricultura, en donde el hombre paso de ser nómada a sedentario, es decir en la prehistoria, en la era paleolítica abarca el extenso período desde que apareció el hombre en la tierra hasta que aprendió a cultivar, hace unos doce mil años. En toda su primera etapa, el hombre vivía de la recolección de vegetales (frutos, raíces, tallos, hojas), de la caza y de la pesca, y a veces aprovechaba restos de animales muertos (es decir que era carroñero). En un principio, atrapaba animales pequeños; luego fue aprendiendo a fabricar armas más eficaces y su caza fue especializada, pudiendo conseguir presas mayores. (Nicolas, 2021)

La ganadería ha evolucionado en los últimos 12.000 años, por medio de una selección realizada por las comunidades humanas y adaptada a los nuevos entornos. Se dice que las cabras y ovejas fueron de las primeras especies animales domesticadas por el mismo ser humano, los historiadores dicen que las vacas fueron el ultimo animal importante en ser domesticado, hace aproximadamente 8.000 años en Turquía o en Macedonia. (Myers, 1996).

Como sabemos la domesticación de animales permitió a los humanos tener un suministro constante de alimentos y otros recursos. Además, les brindó la posibilidad de utilizar animales para el transporte y la ayuda en tareas agrícolas, como arar el suelo o transportar cargas. Cabe mencionar que cada una de las actividades desempeñadas de manera distinta en las diferentes regiones y civilizaciones, dichos cambios tuvieron un fuerte impacto en el desarrollo y avance de las poblaciones.

Una vez establecida la agricultura, la ganadería se empezó a practicar a mediados del noveno milenio anterior a nuestra era en Mesopotamia, donde se extendió la costumbre de mantener cautivos rebaños de ovejas y de cabras salvajes, entonces muy abundantes. Estos animales proporcionaban a un tiempo carne y leche. Las cabras procederían, según algunos expertos, del Aegagro, *Capra aegagrus*, y las ovejas, de un animal llamado muflón de Irán, *Ovis orientalis*. (Historia, 2016-2023)

Esta captura de rebaños, da lugar al sedentarismo, es aquí donde el hombre pasa a tener una vida sedentaria y comienzan los verdaderos asentamientos de las civilizaciones.

El primer animal con más similitud a las vacas de la actualidad, es el búfalo asiático, este búfalo fue el primero en domesticarse de dicha especie, estos ejemplares que fue domesticado 3.000 años antes de Cristo en el Valle de Indus (en India), en la región del Ur (actual Irak) y en China. De Asia fue llevado a África, luego a Europa, Oceanía y más recientemente fue introducido en el continente americano (Patiño, 2009)

El ganado vacuno se fue extendiendo por todo el mundo, dando lugar a las primeras razas de ganado denominadas *Bos Taurus* y *Bos indicus*, los cuales van naciendo o abriéndose camino conforme a la selección que los humanos realizaron en ese momento, para buscar características específicas, es decir, que se adaptarán a climas, animales, que tuvieran más pelaje o menos, así como su producción de leche fuera más, o la cantidad de carne, o en cambio, que fuera una fusión de estas. El *Bos Taurus*, este nombre es proveniente del latín donde “*Bos*” significa ganado o buey y “*Taurus*” toro. Respecto al *Bos indicus*, también su nombre proviene del latín donde “*Bos*” significa ganado o buey e “*indicus*” da referencia al lugar de donde proviene, el cual es la india. (Martinez, 2023)

En el virreinato (1535-1821) la ganadería en gran escala también fue practicada por los españoles. Las planicies del Bajío y del norte fueron dedicadas a la crianza de reses, caballos, mulas y ovejas. Los hatos sumaban decenas de miles de cabezas, con tal abundancia que a veces se sacrificaba al ganado simplemente para aprovechar la piel.

Los indígenas fueron expulsados de las mejores tierras y tenían constantes problemas para conservar sus propiedades, lo que provocó rebeliones en distintos momentos de la época colonial. Sin embargo, subsistieron centenares de comunidades campesinas, dedicadas sobre todo a los cultivos tradicionales de maíz, frijol y chile. De acuerdo con la antigua costumbre indígena, la tierra era propiedad de la colectividad, pero cada familia era responsable por su trabajo y dueña de sus productos.

La mayor parte de la agricultura en Nueva España era de temporal. A años de buenas cosechas seguían con alguna frecuencia temporadas de sequías, causantes de escasez y hambrunas en las ciudades y el campo.

Observa que dos de los rasgos de la agricultura mexicana de los siglos XIX y XX se originaron en la Colonia: la concentración de tierras en pocas manos y la propiedad comunal de superficies pequeñas.

La ganadería de América tiene su origen en la forma de criar el ganado en España. En otras partes de Europa los animales se criaban en granjas o áreas pequeñas, pero los españoles dejaban que vacas, caballos y ovejas pastaran en grandes extensiones, al cuidado de jinetes. Las extensiones de América favorecieron esa ganadería. Rebaños y manadas se multiplicaron en el centro y norte de México, en los llanos de Venezuela, Argentina, Uruguay y sur de Brasil. Muchos animales escapaban y formaban rebaños salvajes; así se originó la ganadería en el oeste de Estados Unidos.

Los criadores de ganado lograron gran maestría en el uso del caballo y en el manejo de los rebaños. Los vaqueros y charros de México, y los gauchos y llaneros de Sudamérica han sido grandes jinetes. Claro rasgo de su cultura es el cariño y admiración por el caballo, al que se considera un amigo y un compañero de trabajo. (Historia quinto, 2024)

Introducción de ganado bovino en México.

La integración de ganado bovino da con la introducción de ganado bovino a América por parte de los españoles, alrededor del año 1524. Durante la época de la colonia, se establecieron límites y derechos para la posesión de la tierra, dando origen a las “Estancias” que es la primera etapa en la creación de la “Hacienda” a través de los años, la cual existió hasta la época posrevolucionaria.

Los esquemas productivos y comerciales que provocaron un crecimiento importante de la ganadería extensiva, de 1542 a 1810, fueron las grandes extensiones de explotaciones ganaderas que se establecían cerca de las ciudades, con el fin de suministrar alimentos a la población. Los movimientos sociales que culminaron con la revolución de 1910, limitaron la consolidación de la ganadería bovina en México. En el siglo XX, la introducción de nuevas técnicas para la crianza del ganado y la transformación industrial de los años 40 son los principales factores que permiten la consolidación de la ganadería bovina mexicana. (Gomez., 1993)

Se dice que hace 100 años se trataba al campo por igual, aunque ya existía la ganadería como tal y los grandes hacendados del norte del país exportaban grandes cantidades de cabezas de ganado a Estados Unidos de Norteamérica, en donde antes, como ahora ya tenían controles sanitarios sobre los alimentos que ingresaban en su territorio.

La historia dice que la Revolución Mexicana (1910-1917) tuvo muchas causas y estuvo representada por diferentes clases sociales y su consumación fue la promulgación de la Constitución de 1917, que es establecida en sus artículos 3,27 y 123 grandes reivindicaciones sociales y concretaba las aspiraciones por las que habían luchado y muerto tantos mexicanos.

En el México posrevolucionario y en el contexto de la promulgación de la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos, el 5 de febrero de 1917, refieren los historiadores que persistía una gran desigualdad social, una gran diferencia entre la minoría dueña de grandes extensiones de tierra y bienes de capital, y la gran mayoría de campesinos y una naciente clase media.

Los movimientos sociales que culminaron con la revolución de 1910, limitaron la consolidación de la ganadería bovina en México. En el siglo XX, la introducción de nuevas técnicas para la crianza del ganado y la transformación industrial de los años 40 son los principales factores que permiten la consolidación de la ganadería bovina mexicana.

Venustiano Carranza tomo posesión como presidente de la Republica el 1 de mayo de 1917; tuvo grandes dificultades para cumplir lo estipulado en el artículo 27 de la constitución de 1917, que se refiere a la propiedad de la tierra, trajo consigo el problema de afectación de intereses extranjeros, sobre todo en los ámbitos minero, agrícola y petrolero, y continuas luchas agrarias. Para solucionar esto, se crea la comisión Nacional Agraria y la secretaria de agricultura y fomento, dedicadas al estudio del reparto agrario y a la restitución de tierras.

A la muerte de Zapata, en abril de 1919, el movimiento zapatista queda al mando de Génova de la O. y Gildardo Magaña, aunque disminuye su esfera de influencia. En el ámbito social, para 1921 México había perdido un millón de habitantes con respecto a lo establecido en el censo de 1910. Esta reducción no solo era consecuencia de la revolución (se calcula que murieron alrededor de cien mil personas por esta causa), así como de otras epidemias regionales propiciadas por el mismo movimiento revolucionario: la emigración del campo a la ciudad y las escasas condiciones de higiene. También se redujo la población por una creciente emigración a los estados unidos que, durante la primera guerra mundial, demando mano de obra preferentemente agrícola: los famosos “braceros” empiezan a cruzar la frontera y no regresaran hasta que la gran depresión de estados unidos en 1929 provoque crisis y desempleo recurrentes.

En este periodo se hace evidente la movilización horizontal y vertical que ha tenido la sociedad mexicana durante la revolución: la participación de poblaciones indígenas en los diferentes ejércitos ha provocado que aumente el mestizaje; la participación de todas las clases sociales en la revolución (desde los campesinos hasta los profesionistas liberales) ha permitido el ascenso de muchos integrantes del ejército y la conformación de una nueva clase política mexicana que sustituye a la porfiriana. En este tiempo el sector agrícola era eje de la economía y mantenía su crecimiento de cinco por ciento anual.

El partido nacional agrarista (PNA) busca la redistribución de la tierra. Para debilitarlo, el gobierno apoya, fortalece a la Confederación Nacional Agraria. Surgen grupos independientes radicales que buscan una mejor redistribución agraria en estados como Michoacán, Jalisco, Tamaulipas o Yucatán. Entre 1917 y 1924 México se vio envuelto en repetidas refriegas posrevolucionarias que amenazaban nuevamente con su desestabilización. Sin embargo, en marzo de 1924, el país vuelve a la calma y se convoca a elecciones en las que resulta triunfador Plutarco Elías Calles.

En política agropecuaria se inician obras muy importantes de riego por medio de la Comisión Nacional de irrigación y para vincular el campo con las zonas urbanas se creó la Comisión Nacional de Caminos, que proyecta diversas carreteras como la México-Puebla. Se funda el Banco de Créditos Agrícola y la comisión Nacional Agraria. Se moderniza y amplía el sistema ferroviario. Para reglamentar la repartición de tierras ejidales se promulga la Ley Fraga. Se crean las primeras escuelas agrarias. (Mexicana, 2017)

En estos años fluye el financiamiento externo para las actividades ganaderas. De 1971 a 1977 el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo otorgaron créditos a la ganadería de América Latina por 1 075.9 millones de dólares. A México correspondió más del 53% y, junto con la contrapartida de financiamiento nacional, se invirtió un monto de 1 211.40 millones de dólares (véase cuadro 7).

Éstos se canalizaron a través del Fondo de Garantía y Fomento para la Agricultura, Ganadería y Avicultura (FIRA), institución perteneciente al Banco de México.

Los préstamos se destinaron en su mayor parte hacia insumos e inversiones fijas de la ganadería, tales como ganado de raza, semillas para pastos mejorados, equipo de irrigación e inseminación artificial, maquinaria y equipo para rastros y empacadoras.

La ganadería de carne vacuna en México es una actividad sustentada fundamentalmente en el régimen de propiedad particular; "(...) es una producción de orden capitalista, en su sentido más amplio: orientada y dirigida por productores privados que disponen de un capital, contratan mano de obra asalariada, producen en función del mercado y generan un excedente económico" (Reig, 1982:203).

Los auténticos pequeños propietarios y los ejidatarios participan de manera subordinada en la ganadería mayor, a través de la fase de cría y con lechería de traspatio, por medio de aparcerías o medierías, renta de pastos O la venta del producto.

Aunque la ganadería bovina de carne es fundamentalmente una actividad del sector privado, las cifras que arrojan los censos en cuanto a superficie de pastos, agostaderos y existencias es superior para los ejidos y comunidades agrarias. Sin embargo, hay que aclarar que la renta de pastos ejidales ha sido una práctica común y al momento de levantarse los censos se registra el ganado que está en el ejido como perteneciente al mismo, ya que la legislación agraria anterior a las modificaciones de 1992 no permitía la renta de pastos y agostaderos. En varios trabajos regionales se da cuenta de la adopción de la ganadería bovina por parte de los campesinos, como solución a la crisis agrícola de granos básicos.

En la mayoría de los casos es evidente la expansión ganadera en el periodo que abarca de la década de los sesenta a mediados de los setenta, fundamental mente en el trópico húmedo y seco.

El común denominador es la erosión ecológica que el desmonte provocó a fin de explotar la "vocación ganadera" de la tierra, lo que en realidad se tradujo en una ruptura del equilibrio natural de la selva y el bosque; los pastos fueron la única vegetación redituable para aquellas tierras desmontadas.

Estas investigaciones analizan la diferenciación social que la ganadería trajo consigo, ya sea entre ejidatarios o a través de la renta de pastos ejidales o contratos de mediería de parte de los medianos y grandes ganaderos con los campesinos e indígenas. Las conclusiones expresan el fracaso del modelo ganadero para la mayoría de los campesinos (Aguilar, 1995; Lazos, 1995; León y Steffen, 1987; Léonard, 1995); con la excepción del caso de Sonora que sí fue exitoso (Camou, 1996; Pérez, 1993).

Los pequeños productores, ejidatarios y comuneros participan en la ganadería de carne con la cría, etapa de mayor riesgo. Ello obedece a que en ocasiones carecen de los recursos para continuar con la fase de engorda, o también les resulta mejor vender la cría, que representa una entrada inmediata, que esperar hasta dos años para poder mandar a sacrificio al novillo. La engorda de ganado queda entonces en los medianos y grandes productores.(Chauvet, 1978)

Introducción de la nutrición animal en el mundo.

La nutrición y la búsqueda de alimento por el hombre es tan antigua como ha sido la existencia del mismo, pero como una ciencia especializada, esta disciplina es reciente, la nutriología se empezó a desarrollar hasta el siglo XX. Se ha buscado la forma de conocer como optimizar cada alimento para nutrir al organismo, lo cual ha permitido poseer un gran cúmulo de conocimientos científicos respecto a alimentos con conceptos y aplicaciones actuales producto de muchos años de investigación de diversos países.

La nutrición tiene antecedentes históricos, que han marcado y aportado a los conocimientos actuales.

Enseguida se describen los hechos más relevantes de la nutrición y dietética. En Babilonia, alrededor del año 600 años a. C. se empezó a observar el interés de los pueblos antiguos en los alimentos y los problemas dietéticos.

En Grecia se empezó a asociar las enfermedades con la dieta, Alcmeón de Crotona creía que “la enfermedad sobreviene a consecuencia de un exceso de calor o de frío y por un exceso o defecto en la alimentación...” (Vega, 1976).

Hipócrates de Cos (460-377 a.C.) decía “el hombre tiene una gran relación a lo que come, con lo que bebe y con sus hábitos”, además mencionaba que si la dieta que se consume contiene alimentos que se pueden asimilar con facilidad el hombre obtiene “nutrición, crecimiento y salud”, y que si existía enfermedad se tenía que reducir la cantidad de los alimentos en su dieta, y en caso de “no asimilarlos, ni siquiera en pequeña cantidad”, el médico tendría que recomendar “algún alimento más débil”, de fácil digestión.

Galeno (129-216 d.C.) escribió sobre las propiedades de los alimentos: frutas, cereales, vegetales etc. En la etapa medieval, la Escuela de Salerno fomentaba a los médicos la responsabilidad de conocer las dietas que debían prescribir a personas sanas y enfermas, con este propósito debían aprender, entre otras cosas, “la calidad y el tipo de alimentos, cuándo, cuánto, y con qué frecuencia debían ser consumidos” por las personas sanas. Desde hace siglos se manejaban principios de nutrición, y se daba la importancia a los alimentos como fuentes de nutrientes para el organismo y la relación que guarda con la salud y enfermedad.

Fue propiamente en el siglo XVIII con la idea que el alimento se asocia a un veneno y medicamento a la vez, esto comprobado por un ensayo terapéutico rudimentario James Lind probó en 1747 que el jugo de limón permite restablecer la salud en quienes padecían escorbuto. Por otra parte, es muy probable que el pionero en el estudio de la nutrición fue Sanctorius (conocido también como Savtorius 1561 - 1636), un médico italiano; quien durante varias semanas registró su propio peso, el de los alimentos que ingería y de todos los productos de excreción del cuerpo a partir de ello, publicó sus resultados en 1614 y podría considerarse como el primero en estudiar el metabolismo basal.

El francés René Réaumur (1683 -1757), determinó que la digestión es un proceso químico evidenciando que las teorías que consideraban la digestión como una trituración o una putrefacción eran falsas; él comprobó que en el estómago los alimentos eran disueltos; evidenciando la existencia del ácido en el jugo gástrico. Posterior a esto, el italiano Lazzaro Spallanzani (1729 - 1799), confirmó los hallazgos de Réaumur y escribió un libro que explicaba que la digestión es un proceso químico y no una fermentación.

Para el siglo XVIII, Antoine Lavoisier (1743-1794), químico francés, considerado como el fundador de la Nutrición, infirió que el calor corporal es producto de la oxidación de compuestos químicos que se encuentran en los alimentos, para lo cual el organismo precisa disponer del oxígeno presente en el aire inspirado. Observó que la producción de calor aumenta durante el ejercicio y durante la digestión de los alimentos. (Castillo, 2006).

Realizó diversos estudios sobre el metabolismo y los productos que resultan después de la digestión de los alimentos, de esta forma enunció la suma de los numerosos procesos químicos que constituyen metabolismo y el primero en medirlo en el ser humano, de igual manera sus investigaciones demostró que la oxidación dentro del cuerpo es una fuente de calor y energía, demostrando los principios de la calorimetría o medición del calor y del trabajo en el cuerpo; por medio la medición del valor calórico de algunos alimentos.

La química tuvo grandes avances durante el siglo XIX, identificando en el jugo gástrico el ácido clorhídrico y descubriendo la presencia de otro agente responsable del proceso de digestión de los alimentos, una enzima a la que se dio el nombre de pepsina (1835). Al inicio del siglo XIX se tenía noticia de tres clases de materias alimenticias: los sacáridos, los oleaginosos y los albuminosos (ahora llamados hidratos de carbono, grasas y proteínas), y fue hasta a mediados de dicho siglo que se empezó a estudiar estos nutrimentos, y a cuestionarse cómo se formaban en el cuerpo, su origen y su necesidad de ser aportados en la dieta.

En relación a los estudios sobre el nitrógeno como componente de las proteínas, se originaron a partir de su descubrimiento. En el período entre 1682 y 1766, Juan Bartolomé Beccari aisló el gluten de trigo y lo incluyó entre las sustancias esenciales para el organismo.

En 1816, el médico francés, Francois Magendie (1783 – 1855), concluyó que los animales necesitaban nitrógeno en la dieta “sabía que los tejidos del cuerpo y muchos alimentos contenían nitrógeno, por lo que insinuó que, probablemente, el nitrógeno de los alimentos provenía de los alimentos, y a aquellos que lo contenían nitrógeno, les llamó albuminosos”.

Fue hasta 1838 que el químico holandés, Mulder, denominó “proteína” a la materia nitrogenada de estos alimentos albuminosos, llamándola de esta forma por la necesidad de su presencia en la dieta para favorecer el crecimiento. Mientras tanto, William Prust afirmaba que todos los organismos contienen tres principios vitales: proteínas, hidratos de carbono y lípidos “por lo que una dieta completa debe contener estos tres principios, en mayor o menor proporción”. (Franco, 2001)

Siguiendo con las investigaciones de Lavoisier, Graham Lusk (1866 – 1932), estudió calorimetría en Alemania y al regresar a Estados Unidos, construyó un calorímetro para hacer investigaciones en el metabolismo de animales y niños sanos y enfermos, ejerciendo una gran influencia sobre los hábitos dietéticos y las necesidades calóricas en los adolescentes. Posteriormente, en la primera mitad del siglo pasado se reconocieron y sintetizaron prácticamente todas las vitaminas conocidas, en donde se describieron sus funciones bioquímicas y se conocieron las manifestaciones clínicas que ocasiona su carencia en la dieta.

En este lapso avanzó el conocimiento acerca de las enfermedades por deficiencias de minerales y se profundizó en el metabolismo de las proteínas, de los hidratos de carbono y de las grasas; con ello se tuvo una mejor comprensión del metabolismo energético. Todas estas contribuciones expandieron el horizonte de la nutrición y ésta emergió como una nueva ciencia. (Division de ciencias de la salud, 2024)

El siglo XIX tuvo un impacto significativo en la nutrición animal moderna. Los desarrollos durante este período incluyen la introducción de nutrientes fundamentales y la separación del alimento en componentes de proteínas, grasas y carbohidratos. Al respecto, el análisis próximo, una combinación de procedimientos analíticos ideados hace más de 100 años por científicos alemanes en la Estación Experimental de Weende (también conocida como análisis de Weende), allanó el camino para estimar el contenido de nutrientes de las muestras de piensos. Aunque no se requiere un conocimiento detallado de los diferentes procedimientos analíticos, la familiaridad con diferentes análisis básicos de alimentos mejorará el aprendizaje y la comprensión de la nutrición animal. (Cherian, 2021)

El análisis proximal o sistema analítico de Weende, se desarrolló en Alemania, en la estación experimental que lleva su nombre; este sistema se ha criticado mucho, pero hasta la fecha nadie ha desarrollado otro mejor que sea tan práctico y aceptable. El método fue desarrollado por Henneberg y Stohmann en 1867 en la estación experimental de Weende (Alemania).

La técnica consiste en separar y cuantificar primero dos grandes fracciones del alimento: La humedad o contenido de agua total y la materia seca (MS). En segundo lugar, separar y cuantificar en la MS dos nuevas fracciones: materia inorgánica o ceniza y materia orgánica (MO). En tercer lugar, la MO es separada y cuantificada en cuatro fracciones: proteína bruta o cruda (PC), grasa bruta o cruda, extracto etéreo o lípidos (EE), fibra bruta o cruda (FC) y Extracto Libre de Nitrógeno (ELN) o carbohidratos totales o solubles (AOAC, 1990).

Las determinaciones de humedad, MS, ceniza, MO, PC, EE y FC son determinaciones analíticas, de las cuales, solo la determinación de PC es una determinación volumétrica, las otras determinaciones son gravimétricas. La determinación del ELN es por diferencia porcentual de 100. (Evaristo Julio Ballinas Díaz, 2023)

La ciencia de la nutrición se perfilaba ya como una disciplina del siglo XX, pues las bases necesarias para la evolución de la nutrición moderna se desarrollaron con la aparición del método científico, además del énfasis en la importancia de la nutrición como un componente de la salud pública y de la prevención de la enfermedad. (Division de ciencias de la salud, 2024)

Por esto se dice que, la Nutrición animal es una ciencia joven, ya que en el siglo XVIII (1770) se establecen los primeros experimentos por el químico francés Lavoiser, considerado el descubridor de la ciencia de la nutrición. (Araica, 1999)

La Nutrición implica reacciones químicas y procesos fisiológicos que transforman los alimentos en tejidos corporales y actividad, los descubrimientos modernos nutrición se derivan de investigaciones realizadas con una amplia variedad de especies animales: el desarrollo de esta ciencia se debe a la aplicación de conocimientos y técnicas de diferentes ciencias, fisiólogos y bioquímicos han trabajado desde hace mucho tiempo estudiando las necesidades del cuerpo en cuanto a alimento y como éste último es metabolizado. Los físicos nos han dado radiografías, el espectrógrafo, isótopos, cromatografía y otras herramientas y nos han enseñado como se deben usar.

Los microbiólogos también han contribuido al descubrimiento del papel nutricional que juegan las bacterias, los métodos microbiológicos y químicos han acelerado el desarrollo del conocimiento relacionado con el contenido de vitaminas y aminoácidos de los alimentos. Estudios realizados sobre mineral es "Traza" han mostrado que las características de los suelos en los que cultivamos nuestros alimentos, representan un papel importante en el valor nutritivo de los alimentos. (Araica., 2015)

Indicios de la Nutrición animal en México.

Se considera que el Departamento de Nutrición existía desde las instalaciones de la antigua escuela de San Jacinto. Sin embargo, de manera oficial es hasta 1965 cuando se oficializa como Departamento con el Dr. Salomón Molerés Álvarez, quién fue el primer jefe del Departamento de Nutrición.

En la sesión de Consejo Técnico el 6 de octubre de 1965, se acordó reestructurar el Plan de estudios de la Escuela Nacional de Medicina Veterinaria en cuatro Ciclos: básico, médico, zootécnico e higiénico. En la sesión del 17 de noviembre de 1965, se propone una modificación del elenco de las materias, concatenándolas y haciéndolas más fluidas. Del mismo modo, se ve la conveniencia de organizar la Escuela en Colegios y Departamentos. De esta manera se acepta la formación del departamento de nutrición con tres cátedras: “Química biológica y prácticas” (ciclo básico), “Bromatología y prácticas” y “Nutrición de los animales” (ciclo zootécnico). (Gochi, 2024)

El 1º de agosto de 1974, el Dr. Fernando Pérez-Gil Romo ingresa al Instituto Nacional de Nutrición después de terminar sus estudios de Maestría y Doctorado en la Universidad de California, Davis-USA. El Dr. Pérez Pérez-Gil fue asignado a la División de Nutrición (actualmente Dirección de Nutrición), siendo así el primer médico veterinario en haber sido nombrado investigador, donde comienza a trabajar con un grupo transdisciplinario.

Era un equipo en el que todos hablaban de la nutrición, pero desde diferentes ángulos, esto ejercería en él una notable influencia en la manera de ver la nutrición animal y en los objetivos que el Departamento de Nutrición Animal llegaría a tener más adelante. En el año 1974, el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) ubicado en Guatemala, Guatemala se encontraba en una de sus mejores épocas y tenía algo en particular. Aunque era un centro de investigación en nutrición humana, contaba con una División Agrícola. A su vez esta División tenía entre sus departamentos uno en especial, el Departamento de Nutrición Animal.

Este Departamento se caracterizaba por hacer investigación en productos y subproductos agrícolas. De igual forma se dieron a la tarea de hacer investigación sobre los efectos de su consumo en animales rumiantes. El hecho de que ambas disciplinas, la nutrición animal y la humana estuvieran en un mismo sitio, les daba una visión muy diferente y planteaba la oportunidad de que ambas disciplinas trabajaran unidas con un fin común, lograr el bienestar de la población.

Por ello, cuando ese mismo año de 1974, el Dr. Chávez, brinda al Dr. Pérez-Gil su apoyo para que pueda iniciar la formación de un grupo pequeño interesado en profundizar en el área de la investigación en nutrición animal, él ve esto como la oportunidad para poder realizar investigaciones con una visión diferente a lo habitual. Pronto se pone en contacto con universidades y escuelas de veterinaria para brindar a estudiantes la oportunidad de realizar tesis de licenciatura y de posgrado. (Mexico, 2023)

En 1975, el Departamento de Nutrición se divide en el Departamento de Nutrición y Departamento de Bioquímica. Para 1976, se reunifica llamándose ahora Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica (DNAB), nombre que conserva hasta la fecha. (Gochi, 2024)

El primer financiamiento otorgado por CONACYT se obtuvo en 1977 con el proyecto “Evaluación de alimentos no tradicionales para la alimentación animal”. Esto sirvió para establecer el primer programa de investigación del Departamento “Aprovechamiento de recursos vegetales en la alimentación humana y animal”. En 1979, se inicia el trabajo de campo con campesinos, ejidatarios e indígenas. En ese entonces el grupo estaba adscrito al Departamento de Fisiología de la Nutrición, en la División de Nutrición. El edificio que actualmente ocupan, constaba en aquel entonces de solo dos plantas, donde el área destinada a los laboratorios era compartida por todos los departamentos de la División. En 1979, el grupo de nutrición animal asesora las dos primeras tesis en materia de alimentos no convencionales.

A partir de entonces se trabajaron fuentes de alimentos para consumo de animales en animal y humanos, los cuales recibieron reconocimientos por la calidad de la investigación como el primero y segundo lugar del Premio Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Categoría Estudiantil, primer lugar en la Categoría Profesional del Premio Nacional de Ciencia y Tecnología de los alimentos.

En 1980, la División de Nutrición se ve involucrada en la organización del V Congreso Latinoamericano de Nutrición en la Ciudad de Puebla, experiencia que permite visualizar aún más la importancia de vincular la nutrición animal con la humana. Ese mismo año, el Dr. Chávez logra que la Secretaría de Programación y Presupuesto autorice 80 plazas para la División de Nutrición.

El 1º de abril de 1982, siendo el Dr. Carlos Gual Castro director general del INNSZ, se nombra en forma oficial al Dr. Fernando Pérez-Gil Romo, jefe del Departamento de Nutrición Animal. Este hecho fue algo significativo ya que, como resultado de ello, el Dr. Fernando Pérez-Gil Romo llega a ser el primer médico veterinario que es nombrado jefe de Departamento. A partir de ese momento se le empieza a asignar presupuesto para el desarrollo y cumplimiento de sus funciones. Ese mismo año, la División de Nutrición se divide en dos:

- La División de Nutrición de Comunidad, dirigida por el Dr. Adolfo Chávez y conformada por los Departamentos de Educación Nutricional, Estudios Experimentales Rurales y el de Vigilancia Epidemiológica.
- La División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos dirigida por el Dr. Héctor Bourges y formada por tres Departamentos, el de Fisiología de la Nutrición, Ciencia y Tecnología de los Alimentos y el de Nutrición Animal.

Fue así como se creó el Departamento de Nutrición Animal en el INNSZ, único en el Sector Salud y en el Agropecuario por las características, funciones y propósitos muy particulares que iba a tener. En 1986, se inicia un nuevo programa de investigación "Aprovechamiento de recursos marinos en la alimentación animal".

Constituyendo las algas marinas el primer recurso marino con el que se inicia este programa.

Ese mismo año, se inician también las investigaciones en nutrición animal con otra especie animal, las aves domésticas. En 1991, se empiezan a desarrollar proyectos encaminados a fortalecer y estimular el uso de sistemas de producción animal sustentables, por lo que se establece un programa de investigación adicional: Sistemas de producción y sustentabilidad ambiental.

En 1993, se empezó a manifestar un gran interés por el estudio de los ácidos grasos omega 3, estudios que en otros países ya estaban cobrando un gran interés, principalmente en el área de la salud humana. Se inician estudios en los que se ve la posibilidad de modificar la composición lipídica del huevo y de la carne de pollo, incrementando el contenido de omega 3 en estos productos, a través de la dieta suministrada a las aves, principalmente ingredientes de origen marino.

Así mismo, el estudio sobre el contenido de omega 3 en las diferentes especies de pescado de mayor consumo en México. empieza a cobrar fuerza. De esta manera se da inicio a otro nuevo programa de investigación: Desarrollo de alimentos de origen animal con valor agregado. En 1997, se fusionan la Subdirección de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos y la de Nutrición de Comunidad para formar lo que en la actualidad es la Dirección de Nutrición, nombrándose como director de la misma al Dr. Héctor Bourges Rodríguez. (Mexico, 2023)

Impacto de la ganadería y nutrición en el estado de Chiapas.

Se cuenta que los primeros animales bovinos que llegaron al actual territorio chiapaneco los llevó el conquistador Luis Marín, quién por órdenes de Hernán Cortés salió de la Villa del Espíritu Santo (Coatzacoalcos), sobre el margen izquierdo del río del mismo nombre en 1524.

Estos animales fueron los fundadores de una ganadería de carne que es hoy día una de las más importantes del país. Al llamado ganado criollo descendiente de los primeros animales que llegaron con la conquista y la colonia quizá todavía pueda encontrarse en algunos lugares del estado.

Quien lo recordaba bien era Don Eduardo Esponda, propietario de la Hacienda "San Antonio La Valdiviana", en el municipio de Cintalapa, quién decía: "Existían unas vacas muy bonitas, de pelo muy fino color bayo claro; ojos, cola y extremidades negras, y que pesaba más de 400 kilos, lo cual era excelente considerando que la alimentación se limitaba al pastoreo."

Posiblemente, San Antonio La Valdiviana sea una de las haciendas más antigua de Chiapas aún en operación. Se cuenta que la fundó en 1590 un capitán de apellido Marín, y tuvo diversos dueños, entre ellos: en 1631, el Sr. Francisco Coutiño, quién la vende al Sr. Bartolomé Valdivia en 1652, quién la nombró La Valdiviana para perpetuar así su apellido. Su hija que heredó la propiedad la vendió al fraile Esteban Vital de Olaechea y Michelena por 1741, y él al morir se lo deja a su hermana Gertrudis de Olaechea en 1782.

Doña Gertrudis se casa con su sobrino venido de España, Salvador Esponda, quién es el primero de la estirpe ganadera. Y al morir ambos, La Valdiviana la hereda Manuel de Esponda y Olachea en 1800. Para 1851 tenemos a Don Martín Esponda como dueño de La Valdiviana, bisabuelo de Don Eduardo. Martín Esponda fue una de las seis personas que firmaron el Acta de la Federación de Chiapas a México el 14 de septiembre de 1824.

Otro rancho ganadero con raíces que se pierden en el pasado es Costa Rica, en el municipio de Pichucalco, que data de principios del siglo XVIII. Fue fundado por Juan Pontigo, antepasado de sus actuales propietarios, los hermanos Carlos y Andrés Contreras. De hecho, la población de Pichucalco fue fundada en terrenos de la finca.

De acuerdo con el ganadero Laureano López Sánchez, los cebuinos que se empezaron a difundir en los treinta eran tipo Brahman. Decía: "Tenemos que remontarnos hasta 1923, cuando un barco procedente de Brasil dejó su carga de sementales en Tampico. La mayoría pasaron a los Estados Unidos, fueron los que acabaron de consolidar la raza Brahman que se estaba formando allá con la mezcla de Nelore, Guzerat y Gyr. Fue el Brahman el que empezó a introducirse a Chiapas en los años treinta. Otras oleadas de Brahman llegaron mucho más tarde."

Uno de los personajes que más profunda huella dejó en la ganadería no sólo de Chiapas, sino de todo el sureste, fue Tomás Garrido Canabal, nacido en Catazajá, Chiapas en 1891. Alternó su actividad política con la promoción pecuaria a base de introducir mejoras en los sistemas de explotación, en especial nueva sangre para incrementar la productividad de los ranchos. En 1924 introdujo 12 toros cebuinos al norte de Chiapas. Garrido tenía en el municipio de Palenque el rancho “Nueva Esperanza”, fundado por él en 1918 y donde concentraba lo mejor de su ganado.

El escritor Eraclio Zepeda cuenta: “Qué por los años de 1940 la ganadería chiapaneca estaba en una crisis profunda. El ganado criollo había entrado en un proceso degenerativo y no habían llegado razas nuevas, a excepción de algunas regiones del norte y de la costa del Estado.”

En 1946 llegaron a México, procedentes de Brasil, 120 toros cebú de registro. Esta importación y la del año siguiente, marcaron un hito en la ganadería mexicana, incluyendo la que se practicó a partir de entonces en Chiapas. De esa importación dos sementales fueron a dar al rancho “Nueva Esperanza”; y de la importación de 1947, en la que llegaron alrededor de 330 toros, dos fueron a dar al pueblo de Sesecapa, a la finca Zamora de la familia Cueto.

En 1948, el Gral. Francisco J. Grajales, gobernador del Edo. de Chiapas convocó a la 1ª. feria industrial y ganadera en los terrenos del Parque 5 de mayo en Tuxtla Gutiérrez. Allí se dio el encuentro de los ganaderos nuevos con los tradicionales. Se presentaron toros Cebú y ganaron. La aceptación de este ganado por parte de los ganaderos no fue fácil. Pero una vez pasados los temores, el Cebú fue adoptado como la base de las cruza y comenzó a criársele en pureza en muchas fincas.

Con el paso del tiempo, la calidad del ganado cebú criado en Chiapas trascendió las fronteras, y durante muchos años se realizaron fuertes exportaciones hacia Centroamérica.

Un gran adelanto para Chiapas fue la introducción de la inseminación artificial en la segunda mitad de los sesentas, aunque el primer curso se realizó hacia 1974 en la región de la Frailesca, del cual egresaron 20 técnicos. (Gavito, 2013)

La ganadería en Chiapas ha sido motivo de diversos estudios desde distintas disciplinas, pero ese algo nuevo que se observa al interior de la actividad pecuaria no parece tener la misma atención, generándose vertientes de opiniones diferenciadas. No obstante, la realidad en su complejidad demuestra que en el sector ganadero Chiapas transita hacia un grado mayor de evolución por la vía de la especialización productiva.

El estudio del sector pecuario y en especial de los bovinos ha generado por lo menos tres vertientes de opinión: una considera que la ganadería se ha mantenido en el círculo vicioso de la llamada “ganaderizaciones” ; otra reconoce la existencia de elementos nuevos en el proceso de producción pecuario que la separan de la explotación extensiva pero que no llegan a tener mayor significado ; y otra más afirma que la ganadería transita dentro de un contexto de especialización productiva hacia la ganadería intensiva. Cada vertiente se sustenta en su propia red de explicación teórica-metodológica y desde su trinchera defiende su lectura de la realidad.

«La ganadería ha tenido importancia en Chiapas desde los tiempos de la Colonia y se ha encontrado, desde entonces, en la base de buena parte de los conflictos en el agro. Lo nuevo ha sido la expansión acelerada, como en toda el área tropical, con un constante aumento de la superficie de pastizales a costa de la frontera agrícola y también de las áreas selváticas del estado. Lo que no es nuevo es la forma de explotación extensiva sobre la que este producto se viene desarrollando.

El crecimiento acelerado del número de ganaderos y la forma extensiva de explotación se refuerzan mutuamente y contribuyen por igual a lo que ya casi se puede llamar ganaderización del estado», en Fernández Ortiz, Luis M. et al., «Ganadería, desforestación y conflictos agrarios en Chiapas», «Durante este período (finales de los sesenta y en los setenta] la ganadería es menos afectada y se habla de la ganaderización de los terrenos agrícolas con un enfoque prejuiciado tratando de explicar el fracaso agrícola por la expansión de la frontera ganadera, cuando la realidad indicaba que siendo la ganadería más rentable que la agricultura, los productores e inversionistas aplicarían en ella el capital agrícola.

La especialización del proceso productivo pecuario en Chiapas se inicia en los años setenta a ritmo lento, a tal grado que ha requerido de casi tres décadas para que la ganadería extensiva ceda su predominio a la semi-intensiva e intensiva. Veamos este tránsito. Para 1970 las existencias de ganado bovino ascienden a 1,249,326 cabezas en total, de las cuales 1486,185 (11.9%) corresponden a ganado final.

El ganado de raza pura se localiza prácticamente en las unidades de producción privada (UPP). Cabe notar, los ejidos y comunidades (unidades de producción campesina -UPC) no escapan al proceso de introducción de ganado de raza pura, aunque en menor proporción que las UPP, como sucede en el caso de las poblaciones.

Al observar la orientación productiva de las existencias de ganado bovino se tiene que la producción se encauza a la obtención de leche, le sigue la carne y finalmente los sementales. Si se examina el grado de introducción de ganado fino según orientación productiva la relación es inversa. (Muñoz., 1998)

El estado de Chiapas cuenta con un hato aproximado a 3 millones de cabezas (Albores, 2004; INEGI, 2010). La ganadería bovina en el estado se identifica plenamente con la existencia de diferentes sistemas de producción de ganado que en orden de importancia son: 1) ganadería de doble propósito: leche y carne (becerros(as), al destete, vacas y toros de desecho) es el sistema más difundido en la región y es en donde se concentran la mayoría de los pequeños y medianos productores, 2) recría y engorda en pradera, 3) Cría de sementales y hembras de reemplazo.

Más del 50 % del territorio estatal se dedica a la ganadería extensiva. Existen más de 406,599 Unidades de Producción (UP) dedicadas a la ganadería en algún grado. Combinada con la agricultura y el 95 % utilizan el sistema de DP utilizando predominantemente la cruce de cebú X Suizo, Holstein y Simmental en menor escala. El uso de semental es la principal forma de la reproducción en todo el estado.

El agricultor se dedica a la cría de ganado bovino para complementar su ingreso. De la misma manera algunos productores que tienen como actividad primordial la ganadería, producen una parte de los granos o forrajes (henificados en forma de pacas y en poca escala utilizado la técnica del ensilaje) utilizados para alimentar a los animales. En general la ganadería presenta oportunidades socioeconómicas importantes para el productor, ya que el producto generado abastece la demanda de la población en el consumo de subproductos de la leche.

El principal ingreso económico es la venta de leche a puerta de corral el precio varía según la temporada; en época de lluvias de junio a noviembre el precio disminuye y en temporada de estiaje Diciembre-mayo incrementa. El 80 % de la producción de leche del estado es vendida a los queseros y utilizada en la elaboración de los diferentes quesos artesanales, además de la producción de quesillos, crema, entre otros. Por su parte, el precio actual de los animales en pie se ha incrementado en más de un 100 % con beneficios directos al productor como ingreso secundario en las UP, sin embargo, la población animal ha disminuido por los precios tan atractivos en el mercado ya que el productor vende sus hembras (becerras y vacas). Actualmente la secretaria del Campo (SECAM) está realizando campaña permanente a nivel estatal para evitar la salida de las hembras del estado, es una excelente medida, pero no está dando alternativas al productor para evitar la venta de hembras.

Los bovinos que se destinan a la engorda en pastoreo tienen ganancia diaria de 400 gr promedio alcanzando el peso para mercado a los 24 meses de edad en el sistema extensivo estos provienen en su totalidad de la misma región, actualmente se están suplementando en potrero (sistema semi estabulado) con mejores resultados en ganancias de peso y en tiempo de engorda. Las regiones más utilizadas para el sistema de engorda es la zona costa y norte del estado por las condiciones agroecológicas y por ser zonas altamente ganaderas.

El Estado es exportador de becerros(as) al interior del país. La alimentación se basa principalmente en el pastoreo con gramas nativas y pastos inducidos de diversas características. Este modo de producción se le ha considerado un sistema rentable.

A nivel nacional de acuerdo al SIAP-SAGARPA (2010) Chiapas es el tercer lugar en producción bovina, décimo quinto lugar en producción ovina, quinto lugar en producción de miel, décimo lugar en producción avícola y décimo lugar en producción porcina a nivel nacional. La ganadería bovina se desarrolla en las regiones I. Centro, IV. Frailesca, V. Norte, XI. Yajalón, IX. Istmo-Costa y VIII. Soconusco.

El estado de Chiapas se divide en tres zonas ganaderas: Zona Norte (ZN), Zona Centro (ZC) y Zona Costa (ZCO), secretaria del Campo (SECAM 2012). En la ZN se desarrolla la ganadería DP y algunos sistemas especializados con razas como la Brangus, Charbray, Simbrah, Beefmaster, Droughtmaster, Santa Gertrudis y las Bos indicus: Brahmán, Gyr, Sardo Negro, Guzarat, Nelore e Indubrasil; el tamaño promedio de las unidades de producción es de 40 ha; la alimentación se basa en el pastoreo mediante el uso de praderas cultivadas, gramas nativas y acahuales (vegetación secundaria).

La ZC donde se realizó este estudio, se caracteriza por la producción de leche con la utilización de razas Suizo Americano y Europeo (Brauvieh), Holstein y Jersey; el pastoreo se realiza en pastizales inducidos y acahuales; el sistema es mixto con suplemento a la hora de ordeña; el promedio de la propiedad es de 44 ha. En la ZC predomina la ganadería DP; se utilizan cruzas Cebú x suizo, Cebú x Holstein, con cruzas de Brahmán, Simmental, e Indo-Brasil.

La alimentación del ganado en esta zona se basa en el pastoreo mediante gramas nativas, praderas inducidas y forrajes de corte. La cría y venta de becerros al destete, aunado a la producción de leche es lo característico de esta zona. A su vez, los productores ganaderos de la entidad se encuentran organizados en Asociaciones Ganaderas Locales (AGL; una por municipio); de los 122 municipios que conforman el Estado, Éstas a su vez, se integran en Uniones Ganaderas Regionales, (UGRZN, UGRZC, UGRZC) distribuidas en las tres zonas ganaderas del Estado. El estado cuenta con tres asociaciones de criadores de razas puras dos en la Zona Centro y una en la Zona Norte estas asociaciones son las encargadas de proveer la genética del estado mediante la venta de sementales en el programa "Ganado Mejor". (Chiapas, 2024)

La región socio-económica XIV denominada Tulijá-Tzeltal-Chol al norte del estado de Chiapas, se le identifica como una de las regiones con mayor diversidad biocultural del sureste mexicano, ya que en ella confluyen las etnias Tzeltal, Chol y en menor medida la Tzotzil, conjuntadas con una cultura mestiza y de descendientes europeos, principalmente alemanes, que llegaron a fines del siglo XIX, que contribuyeron a la conformación de los sistemas productivos vigentes en la región.

En otras palabras, los ecosistemas regionales sostienen una diversidad de sistemas productivos, cuyas bases se asientan en la mega diversidad y heterogeneidad biológica - cultural, por lo consiguiente, sustentan las múltiples formas de organización técnica y económica de la producción. Los elementos que las conforman guardan cualidades y rasgos irrepetibles, producto de la diversidad biocultural de sus componentes que interactúan y se influyen mutuamente, originando un vasto entorno productivo cuyas raíces, posiblemente, se nutren en buena medida de conceptos propios de los sistemas Mesoamericanos.

No obstante, también comparten rasgos y propiedades que las hacen semejantes en algunos aspectos, y sus semejanzas permiten agruparlas para diversos propósitos, es decir, determinan una tipología de productores; aunque se debe reconocer que en esta región XIV poco se sabe de las características de los tipos de productores que funcionan ligados a estos sistemas, por lo que es indispensable como se menciona, conocer a detalle la realidad productiva e identificar los patrones productivos y factores limitantes en la que se encuentran.

Una de las premisas centrales del presente trabajo es la identificación de los diferentes tipos de productores ganaderos regionales a partir del análisis de indicadores socioeconómico financieros, y su evaluación sistemática en el marco de una visión de búsqueda y concepción de soluciones apropiadas a las condiciones de cada una de las categorías de productores, particularmente en sistemas campesinos en pequeña escala, en los cuales el acceso a recursos económico-financieros para la puesta en marcha de proyectos viables representan los mayores costos. (Avendaño, 2015)

La ganadería en estas comunidades se caracteriza como una actividad complementaria a la agricultura, con presencia de hatos no mayores de diez cabezas de ganado y en la que los campesinos tratan de hacer un aprovechamiento integral de los recursos. En esta región existe predominio de población indígena maya-tzotzil, quienes practican un sistema de producción mixto, denominado sistema ganadero de montaña (sistema bosque-ganado, pastoreo en agostaderos forestales y agricultura mixta de montaña). Este último es considerado como modelo dinámico de producción, en el cual se combinan el pastoreo en el bosque con el consumo de rastrojo en las áreas de cultivo; además, cumple una función múltiple con servicios ecológicos, económicos y culturales.

En este tipo de ganadería social es común que exista fuerte presión sobre las áreas de pastoreo, agrícolas y forestales, lo cual puede causar mayor deterioro de la base de recursos naturales, ocasionando serios problemas ecológicos.

En este sentido, mencionan que las tasas anuales de deforestación en el sureste de México son en promedio de 1.3%, indicando que las principales causas son la conversión de selvas y bosques a tierras agrícolas en donde la ganadería bovina es de importancia. En el estado de Chiapas, México, la ganadería pudo extenderse a costa de la ampliación de la frontera agropecuaria sobre bosques y selvas.

Esto último junto con otros factores como la extracción forestal, la agricultura y las migraciones, han propiciado altas tasas de deforestación y erosión.⁶ El desarrollo de la ganadería en el sureste de México ha sido señalado como causante directo del deterioro de los recursos naturales; sin embargo, la ganadería bovina ha jugado un importante papel en la dinámica económica de los estados del sureste de México.

Aunque existe poca información que muestre y explique la dinámica de la actividad ganadera en comunidades indígenas y campesinas, algunos estudios muestran la importancia de la cría de bovinos como una estrategia de las comunidades rurales para tener acceso a capital y a productos básicos, así como para la obtención de subproductos y una diversidad de servicios como transporte y tracción animal para la agricultura. En el sureste de México, destacan la importancia de los sistemas de producción animal en la cosmovisión y en las actividades económicas de la población maya. (López-Carmona, 2002)

Rancho “el manantial” y la introducción de ganado bovino.

La historia de los inicios de este rancho, comienzan a partir de los años 70's, con don Domingo Gómez De Hará, abuelo de don Filadelfo Baltazar Ruiz, quien ahora es encargado de manejar el rancho “el manantial”, junto con su familia.

Don Domingo comenzó comprando de 3 a 4 vaquillonas en los ranchos vecinos, alrededor de los años 70's, donde comenzó a ver resultados buenos, y por lo siguiente llegando a comprar más vaquillonas en la zona ganadera de Ocosingo. Conforme al rendimiento de la ganadería implemento una sociedad ganadera con toda su familia, aquella sociedad se desintegro rápidamente por la falta de desinterés de los colaboradores; esta separación causo conflicto dentro de la familia, en donde los terrenos de Chib fueron expropiados por la misma familia.

Después de esto don Domingo decidió despartarse viendo así mayor resultado. Al principio no contaba con un semental y recurría a la renta de sementales en los ranchos vecinos para así poder reproducir aquellas vaquillonas, llegando a tener de 10 a 15 cabezas de ganado los cuales trasladaba desde la localidad de Tacuba hasta la comunidad de Chib, Don Domingo realizo este trabajo por sí solo durante 25 años.

Adquiere su primer semental de la raza gyr, el cual fue comprado en Ocosingo, siendo su primer semental de registro, la intención de cambiar o de adquirir un semental era mejorar la raza, sin embargo el trabajo con gyr no resulto ser tan optimo, ya que las crías eran ariscas, por lo cual no favorecía su manejo, ya que no poseía vaqueros para su ayuda; posteriormente decide cambiar esta raza ya que las hembras tenían las ubres muy grandes y dificultaba su manejo para amamantar a la crías, llevando a la muerte del becerro. El segundo semental adquirido fue de la raza suizo americano, en donde la raza era de gran tamaño y de carácter dócil; pasando unos años, decide cambiar el semental, ya que no quería que sus animales tuvieran consanguinidad, lo cual afecta a la salud del hato; cambiando así, por un suizo europeo, el cual era de menor tamaño y de la misma forma, de carácter dócil, así de esta forma el ganado fue mejorando en cuestión de manejo, ya que el temperamento de todo el ganado era dócil.

Don Domingo procuraba mantener un rango de 10-15 animales, las cuales las tenía en un total de 16 hectáreas, en cuanto comenzó el crecimiento del hato, opto por rentar potreros en toda la región de Chilón, en especial en Juan José.

Don Filadelfo Baltazar Ruiz Gómez, estudio la carrera técnico agropecuario, en el CEBTA de Yajalón; Chiapas, para el 2000, trabajo en diversos proyectos por parte del gobierno, sin embargo; al concluir dicho gobierno, se queda sin trabajo, por esto su “abuelo” decide integrarlo a su producción ganadera. Para el 2001, don Domingo ya no trabajaba solo, trabajaba con su nieto Baltazar, el cual era su mano derecha en el manejo del ganado.

Cuando comenzó a trabajar con su abuelo, el seguía teniendo ganado suizo europeo, él se percató de que el ganado suizo europeo no era muy resistente para esa zona, ya que las garrapatas eran un principal de cayente para el ganado, afectando así su producción (causando enflaquecimiento y anemias), , luego a trabajar 5 años con el ganado suizo, posteriormente don Baltazar adquirió un semental Charoláis, dando buenas crías, empezando una nueva selección, obteniendo buenas crías durante 2-3 años, sin embargo fue vendido ya que este se salía de los potreros, en su experiencia, este ejemplar fue de utilidad ya que daba crías de buen tamaño, y con mayor resistencia que el ganado suizo, adquirido en su región, quiso buscar otro charoláis pero no encontró, al no encontrar decidió experimentar con Brahman por lo cual se dio cuenta que es aún más resistente.

A la gente le empezó a agradar la apariencia del cebú, donde lo más llamativo era la giba, musculatura, en general toda la apariencia física, el suizo físicamente no era “bonito” en comparación con el cebú. en el 2002 se empezó a comprar tierras en san juan, manantial, con las mismas crías de los animales, donde él fue vendiendo las crías, y adquiriendo tierras y animales; en ese entonces los becerros tenían un valor menor, los denominados “coyotes” buscaban abaratar los precios, en donde su papa vendía los toretes en 1000, posteriormente don Baltazar se dio cuenta que era redituable, entonces decidió subir su ganado en 2500, en donde el enseñó a los compradores que el precio reflejaba la calidad de becerros que el entregaba.

Don Baltazar nos cuenta que llego a tener 80 cabezas de animales, dedicados a pie de cría, dichas vacas fueron añeras, (es decir; que tenían un becerro por año), comenzó a venderlas por la sobrepoblación existente, una carga excesiva para la tierra, entonces empezó a manejar 30 cabezas de ganado destinadas para pies de cría tanto en vacas grandes como vaquillonas.

En la actualidad hasta ahora solo el 70 % del 100 % del hato ganadero, las crías de estas mismas tienen buena adaptabilidad, conformación muscular, carácter dócil, buena conversión alimenticia; siendo esto más atractivo para el ganadero y las personas que los ven, mientras que el 30 % restante es lo contrario.

CAPITULO III: Marco Teórico

Anatomía y fisiología del rumen

El sistema digestivo de un rumiante y de todos los seres vivos comienza con la boca, es por esto que este capítulo buscara desglosar al sistema digestivo ruminal para así conocer su relación y la importancia en la nutrición. El sistema, digestivo es un conjunto de diferentes órganos, los cuales desempeñan funciones diferentes, a pesar de que están relacionados, sin embargo; su fin es el mismo

La anatomía es la ciencia relacionada con la estructura de los organismos, es una rama de la ciencia biológica de la forma y estructura de los organismos, describe las estructuras de los animales y forma la base para su clasificación. (Tecnologico, 2024)

Anatomía general.

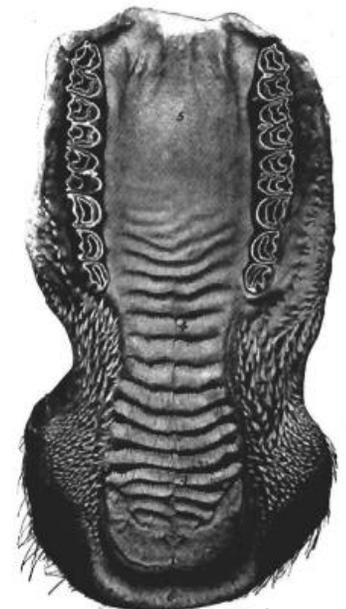
Boca o Cavidad oral

Es la parte inicial del aparato digestivo, es una cavidad alargada en el sentido de la cabeza que presenta dos aberturas, una anterior por donde penetran los alimentos y una posterior por medio de la cual se comunica con la faringe.

Labios

Son dos pliegues músculo membranosos que circundan en el orificio de la boca, cubiertos externamente por la piel y tapizados por dentro por la membrana mucosa.

Función: en el monogástrico y en algunos rumiantes como la cabra y oveja son más finos y móviles sirven como órgano prensil de los alimentos, en cuanto al vacuno los labios son gruesos y desde el punto de vista comparativo.



Tomado de(Getty, 1982)

Glándulas salivales en animales

Son órganos secretores anexos a la cavidad bucal a la cual vierten sus secreciones.

La saliva es un fluido que ablanda los alimentos y favorece la deglución.

Las glándulas salivales son:

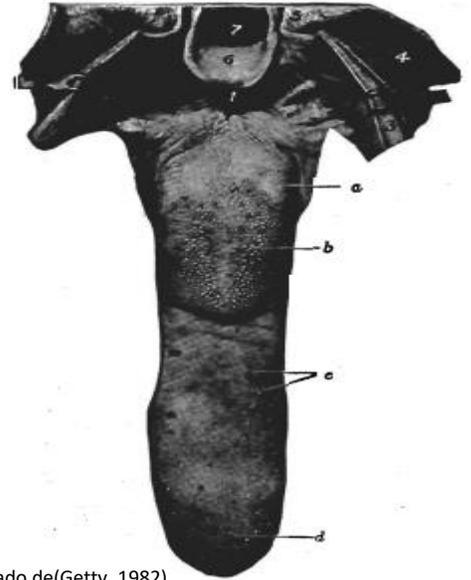
- Parótida: forma rectangular.
- Mandibular: forma alargada, estrecha y borde dorsal cóncavo (más pequeña que la parótida).
- Sublingual: porción monotemática ausente y porción polistomática.
- Bucales: dorsales y ventrales.

Lengua

Situada en el piso de la boca entre las ramas de la mandíbula, presenta numerosas papilas entre las cuales están:

- Papilas filiformes: eminencias finas parecidos a hilos.
- Papilas fungiformes: parte lateral de la lengua.
- Papilas circunvaladas. Se encuentran en la parte caudal del dorso.
- Papilas foliadas: situadas rostralmente a los arcos del paladar blando.

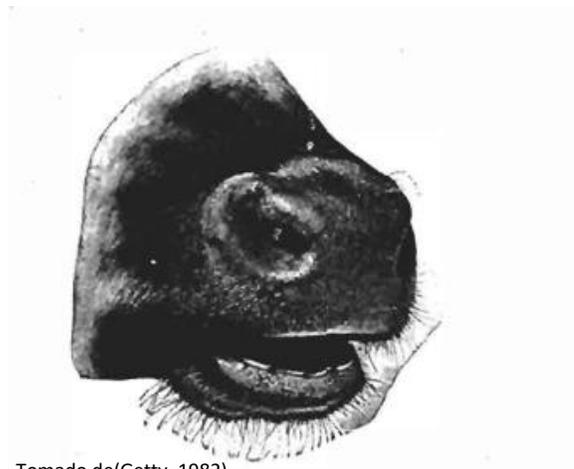
Dentro de sus funciones se encuentran: captación de alimentos sólidos y líquidos, órgano del gusto para tomar, seleccionar y paladear el alimento; parte activa en el acto de la masticación y deglución.



Dientes

Difieren en la cantidad y tamaño y se dividen, por su durabilidad en:

- Deciduos: son los primeros en salir.
- Permanentes: es la renovación de los dientes deciduos, los dientes permanentes duran para toda la vida en el animal.



Tomado de(Getty, 1982)

El ganado rumiante no tiene incisivos superiores, pero la losa de dientes sustituye su función a través de las encías.

Faringe

Es una estructura que controla el pasaje de los alimentos a los demás órganos de sistemas como el estómago e intestinos. En ella se encuentran los cartílagos aritenoides, que hacen que durante la deglución se cierre la abertura laríngea. También existe la epiglotis que se cierra impidiendo que los alimentos entren al tracto respiratorio.

Esófago

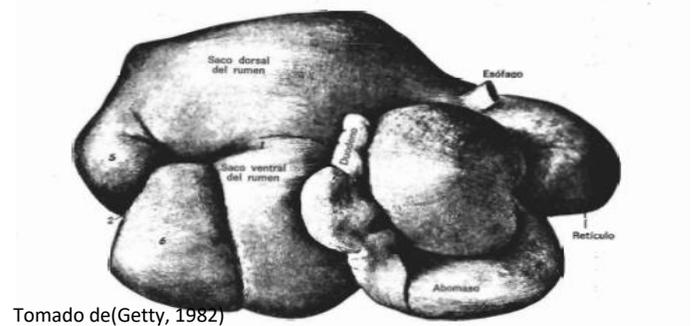
Es un tubo musculoso, largo de forma cilíndrica que va desde la faringe hasta el cardias o entrada del estómago, se origina en la faringe por detrás de la laringe y desciende por detrás de la tráquea hasta la tercera vértebra cervical aproximadamente, de allí se coloca de forma lateral izquierda y cuando llega a altura de la sexta vértebra cervical se ubica dorso lateralmente, luego recobra su ubicación dorsal y atraviesa así al diafragma, su función es impulsar el bolo alimenticio hacia el estómago, a través de movimientos de contracción (peristaltismo).

Estómago

El estómago de los animales puede ser de dos tipos: simple en el caso de los monogástricos o compuesto en caso de los rumiantes.

- Estómago simple: en el caso de animales monogástricos como el caballo, el cerdo, el perro, el gato y las aves. Cada uno de ellos presenta las variaciones correspondientes.
- Estómago compuesto: en el caso de los rumiantes como los bovinos, ovinos y caprinos. Este tipo de estómago se encuentra dividido en cuatro compartimentos.

El estómago de los rumiantes está compuesto y dividido en cuatro compartimentos:



1. Rumen (panza, herbario)
2. Retículo (bonete, redecilla)
3. Omaso (librillo)
4. Abomaso (estómago verdadero, cuajar).

Rumen

Es el más grande de los cuatro compartimientos, representa aproximadamente el 80% del estómago. Dentro del rumen se activan microorganismos (bacterias, hongos y protozoos), los cuales llevan a cabo un proceso de fermentación anaeróbica. Las vacas adultas producen de 100 a 150 litros de saliva por día y el bicarbonato en la saliva mantiene el pH del rumen constante (6.5 a 7.5).

Los ácidos grasos volátiles producidos en el rumen (AGV: ácidos grasos volátiles, ácido acético, ácido propiónico y ácido butírico) aportan la mayor parte de energía necesaria. Por otra parte, también se lleva a cabo la síntesis de vitaminas (especialmente del grupo B) debido a la actividad microbiana del rumen. Su función es la degradación de los carbohidratos, proteínas para ser fermentados por los microorganismos, absorción de los ácidos grasos volátiles como fuente de energía, retiene partículas largas que requieren ser trituradas.

Retículo o redcilla

Es un compartimento de dimensiones muy inferiores al anterior, y sus paredes internas se asemejan a un panal de abejas. Su función principal es la de retener cuerpos extraños que pueda haber ingerido el animal.

Omaso

Es una estructura compuesta por pliegues musculares, se asemeja al tamaño de una pelota de fútbol, su función es la absorción de grandes cantidades de agua, minerales y ácidos grasos volátiles, las partículas largas son atrapadas en el pliegue de la pared para su debida degradación. Y moviliza el alimento digerido hacia el rumen o hacia el omaso en la regurgitación del alimento después de la rumia.

Abomaso

Es el verdadero estómago, y tanto su estructura como funciones son muy similares a la del estómago de los no rumiantes, está formado por muchos pliegues que incrementan la actividad secretora de este órgano.



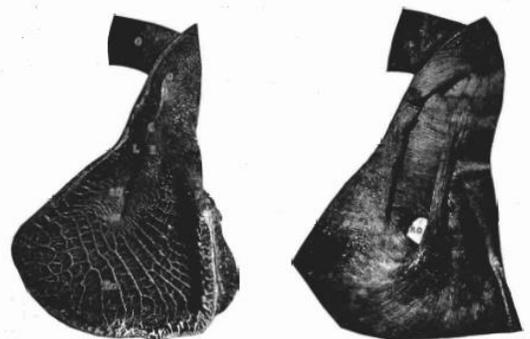
Tomado de(Getty, 1982)

Funciones:

- Secreción del ácido clorhídrico y enzimas digestivas.
- Digestión de carbohidratos y proteínas que escapan a la fermentación ruminal.
- Digestión de la proteína microbiana producida en el rumen.

Intestino delgado

El intestino delgado se encuentra formado por el duodeno, el yeyuno y el íleon. Inicia en el píloro y termina en la válvula ileocecal. Ocupa la cuarta parte derecha posterior de la cavidad abdominal. En bovinos, puede llegar a medir 40 metros de longitud y hasta 6 centímetros de diámetro.



Tomado de(Getty, 1982)

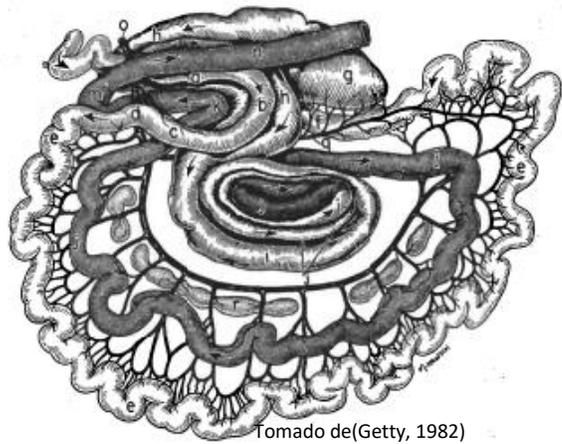
Duodeno

Se inicia en el píloro y tiene tres porciones:

- I. La primera porción se inicia en el píloro y se dirige hacia adelante a la cara visceral del hígado donde forma por debajo del riñón derecho la curvatura menor o sigmoidea.
- II. La segunda porción se dirige hacia atrás hasta la tuberosidad coxal donde forma la flexura iliaca.
- III. La tercera porción se continúa con el yeyuno e íleon.

Aquí se recibe las secreciones pancreáticas y biliares mediante los conductos. Sus funciones:

- Secreción de enzimas digestivas y recepción de secreciones digestivas del páncreas e hígado.
- Digestión enzimática de proteínas, carbohidratos y lípidos.
- Absorción de agua, minerales, aminoácidos, glucosa y ácidos grasos.



Yeyuno

Es la continuación del duodeno dispuesto de numerosas asas. Su función es la absorción de nutrientes.

Íleon

Es la última porción del intestino delgado. Se comunica con el intestino grueso, formando la válvula ileocecal. Su función es la absorción de nutrientes.

Intestino grueso

Es la continuación del íleon, es corto y de aspecto cerrado al final. Mientras tanto, el ciego es también la parte más ancha del. Debido a que es cerrado, es probable que se acumule el exceso de gas producido durante la anomalía de la fermentación. Posee tres partes: ciego, colon y recto.

Funciones del intestino grueso:

- Fermentación y absorción de los productos de la digestión por una población microbiana.
- Absorción de agua.
- Formación de heces.

Ciego

Tiene forma de saco, continúa anteriormente con el colon y la demarcación entre ellos está dada por la desembocadura del íleon. La extremidad ciega es redondeada y se ubica al lado derecho de la entrada de la pelvis.

El ciego de los rumiantes es relativamente pequeño, sin embargo, los animales monogástricos herbívoros como caballos y conejos tienen los ciegos bien desarrollados, y en el caso del caballo el ciego mide 1.25 mts. En el ciego se descomponen los alimentos que no fueron digeridos en el intestino delgado (principalmente celulosa) por los microorganismos y los productos se absorben en el ciego y el colon.

Colon

Su diámetro disminuye posteriormente. Se divide en asa inicial, laberinto y asa terminal. Se continúa con el recto.

Recto

Es la parte final del tubo digestivo. Se encuentra recubierto por peritoneo y termina en el ano. (Tecnologico, 2024)

Conocer la anatomía nos da la oportunidad de llevar un manejo más adecuado en lo que esta respecta, la anatomía se considera la base de todo y sin esta no podremos empezar a realizar las dietas adecuadas, ya que, si no conocemos las estructuras, el proceso será aún más difícil de realizarse.

La anatomía nos enseña los diferentes microorganismos que ayudan en la intervención en la degradación de los alimentos, ya que si sobre cargamos dichos microorganismos podemos hacer colapsar el mecanismo de este proceso.

Anatomía embrionaria

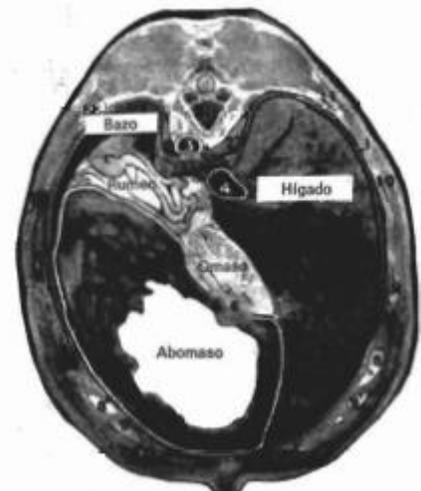
El estómago de los rumiantes representa el máximo desarrollo evolutivo de todas las especies de mamíferos. Procede de una dilatación fusiforme del intestino primitivo del embrión, llamado estómago primitivo.

De la curvatura menor se derivan los surcos reticulares, omasal y abomasal. Y de la curvatura mayor se derivan el rumen, el retículo y la curvatura mayor del abomaso.

La diferenciación de la ranura reticular ocurre tempranamente en el ganado ovino y caprino, y más tardíamente en el ganado vacuno, haciéndose evidente en este último caso a las ocho semanas de desarrollo embrionario. Molinari y Jorquera

informan que el inicio de la gotera en los fetos de rumiantes es simultáneo con la diferenciación de los rudimentos del rumen y del retículo.

En consecuencia, las rotaciones experimentadas por estos rudimentos afectarán a la ranura reticular, que pasará de una posición fetal paralela al eje, en la pared derecha del retículo, a adoptar una orientación vertical. Así, formará un ángulo de 50° con respecto al eje principal, desarrollando finalmente una estructura espiral de 180°.



Tomado de (Getty, 1982)

Desarrollo posnatal

Después del nacimiento, el desarrollo del proventrículo dependerá de la alimentación del animal. Al comienzo de la vida de los rumiantes, el abomaso es ligeramente más grande que el tamaño de todo el proventrículo. Posteriormente, cuando la dieta comienza a ser sólida, estos aumentan rápidamente su tamaño.

Este desarrollo puede dividirse en tres etapas.

- Desde el nacimiento hasta la 3ª semana de vida, el animal es considerado como un "no rumiante" porque su dieta es exclusivamente láctea. Los niveles altos de glucosa en la sangre se deben a la absorción de los nutrientes (glucosa) en el intestino y, por lo tanto, el metabolismo de los carbohidratos es típico de un "no rumiante".
- El periodo entre la 3.ª semana de vida y la octava se considera de transición. El animal ingiere pequeñas cantidades de alimentos sólidos. La glucosa en la sangre disminuye y la concentración plasmática de ácidos grasos volátiles aumenta, en forma similar a los niveles del animal adulto.
- Un animal de 8 semanas de edad será considerado como un "verdadero" rumiante. Esto no ocurre en aquellos casos en los que un animal continúe alimentándose exclusivamente de leche, en cuyo caso el proventrículo sigue siendo rudimentario hasta las 14 o 15 semanas de edad (Figura 1)

Localización topográfica

El surco reticular está situado en el área formada por la intersección de dos líneas imaginarias: la primera, vertical, se extiende desde la octava vértebra torácica hasta la unión costo condral de la séptima costilla izquierda, y la segunda, horizontal, conecta el tercio medio de la séptima costilla izquierda con la séptima costilla derecha. Está situado entre la séptima costilla izquierda y la novena, y el interior del rumen está en contacto con el contenido rumino reticular.

Estructura

La ranura gástrica se compone de tres partes diferentes. La primera es el "surco" reticular, el cual está formado por dos pliegues musculares longitudinales o relieves, llamados labio derecho y labio izquierdo, y el surco de la ranura gástrica.

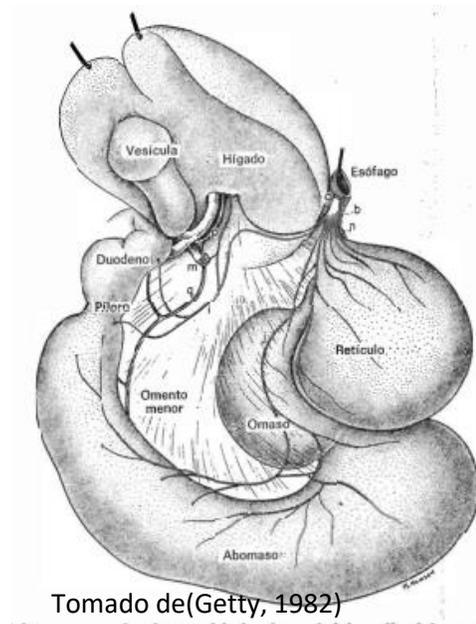
Se inicia en los cardias, desciende en espiral a través de la curvatura menor del retículo (pared derecha) en dirección caudal hacia la izquierda y continúa en dirección dextro-caudal hacia el retículo-omasal, invirtiendo a su vez la posición de ambos labios.

El labio derecho describe una rotación alrededor del izquierdo, en el sentido de las agujas del reloj, para volver a su posición inicial a la derecha, de modo que las fibras musculares adoptan una disposición en espiral, como un saca corchos.

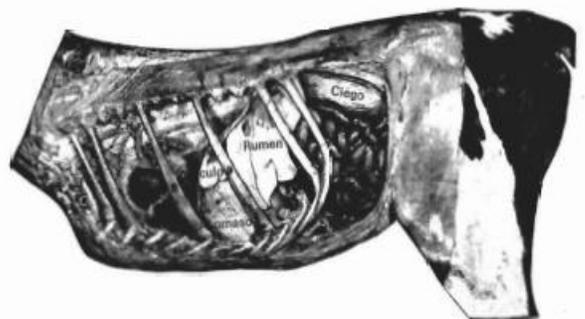
Desde el orificio retículo-omasal hasta el orificio omaso-abomasal, la ranura gástrica es llamada "surco del omaso". Pasa a través de la curvatura menor del omaso. Este surco es interrumpido por un pliegue transversal (pilar omasal) formado por la convergencia de las fibras musculares circulares que refuerzan el orificio omaso-abomasal.

Los "velos abomasales", pliegues mucosos de transición, se extienden desde el abomaso hasta el pilar mencionado arriba.

En los bovinos, estos velos están revestidos por el tegumento del omaso, mientras que, en el ganado ovino, tanto la cara abomasal como la omasal de los velos son totalmente glandulares. La última porción de la ranura gástrica es la



Tomado de(Getty, 1982)



Tomado de(Getty, 1982)

"ranura abomasal" que corre a lo largo de la curvatura menor del abomaso, sin crestas y terminando en la parte del píloro.

Inervación de la ranura gástrica

El mecanismo de control de la ranura reticular no está totalmente claro. Se cree que se debe a la interacción entre un control central y un control local. El control central de la motilidad se produce a través del nervio vago. Se puede atribuir el control local al plexo mientérico, pero la función de este plexo es poco conocida.

En general la inervación corre a cargo del sistema parasimpático o extrínseco y del simpático o intrínseco. El sistema parasimpático, inervación eferente del estómago, consta de los troncos vágales ventral y dorsal, que acompañan al esófago a través del hiato. Esta vía eferente posee efectos excito motores sobre el surco reticular e inhibidores sobre la motilidad del complejo rumino retículo.

La vía aferente es trigémina, cuyos estímulos son la albúmina, la glucosa y los minerales de la leche —cobre en los ovinos y sodio en los bovinos—, se ve reforzado por los aferentes corticales y por el efecto producido por la succión.

Los troncos del nervio vago constan de fibras aferentes viscerosensitivas y motoras, que van a intervenir en los reflejos gástricos a través de centros medulares, que a su vez están influenciados por la corteza cerebral e hipotálamo. Varios péptidos biológicamente activos, incluyendo el péptido intestinal vasoactivo (VIP, por sus siglas en inglés), han sido encontrados en las neuronas del tracto digestivo de los rumiantes neonatos y adultos. Se cree que el VIP juega un papel en la mediación de la relajación no adrenérgica y no colinérgica del orificio retículo-omasal y del abomaso durante el acto de mamar. Esto se ve acompañado por un aumento en la concentración del VIP en la sangre venosa gástrica e intestinal. (Luis G. Cal-Pereyra Et, 2018)

Para comenzar a hablar sobre la fisiología ruminal, procederemos a dividir el desarrollo del rumen en tres etapas, la primera se da desde que el animal nace hasta las tres semanas de vida, en donde el becerro es particularmente lactante, es decir, que solo es capaz de almacenar y de digerir los líquidos, así como también la

absorción de glucosa para mantener la glucemia; posteriormente inicia la segunda etapa entre la tercer y octava semana de vida, este periodo de transición, se denomina así, ya que el becerro empieza a ingerir pequeñas raciones de alimento sólido, sin embargo la leche sigue siendo su principal alimento. Para la tercera etapa el desarrollo de las paredes ruminales se asemeja a la fermentación de un bovino adulto.

Fisiología digestiva del lactante

Como sabemos la leche aporta los nutrientes necesarios para el becerro, la leche tiene una cantidad constante de lactosa y concentraciones de proteína y grasa, el agua y los electrolitos completan la composición de esta. El cierre de la gotera esofágica es responsable del comportamiento digestivo del becerro, es decir; que la gotera esofágica es una invaginación, a manera de canal, que atraviesa la pared del retículo, extendiéndose desde la desembocadura del esófago hasta el orificio retículo omasal. Al ser estimulada, los músculos de sus labios se cierran creando un canal casi perfecto que conecta los 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 donde se inicia su digestión. 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 vágales y actúan estimulando los labios de la gotera e inhibiendo la motilidad de los divertículos. Recientemente se ha demostrado que durante el mamado se libera polipéptido intestino vasoactivo (PIV) que relaja el esfínter retículo-omasal. La distensión abomasal inhibe el reflejo de contracción de la gotera esofágica. La adrenalina, que actúa relajando la musculatura de la gotera,

también inhibe el reflejo de cierre. Estos factores deben tenerse en cuenta en la alimentación artificial de los terneros, a fin de evitar el suministro de una cantidad excesiva de leche, o de hacerlo bajo condiciones estresantes, que provoquen el pasaje de leche al retículo-rumen. El reflejo de cierre de la gotera esofágica, propio del lactante, se va perdiendo con el desarrollo del rumiante.

Sin embargo, ciertos factores pueden estimularlo en el adulto. 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 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.

A nivel abomasal la leche se coagula, reteniendo caseína y triglicéridos, respecto al ternero este obtiene la leche por succión de la mama. Este acto asegura un adecuado cierre reflejo de la gotera esofágica. En cada toma de leche consume alrededor de 200 ml y lo repite 10 a 15 veces por día. En el abomaso la leche se coagula en pocos minutos por acción de la enzima renina, fermento cuajo. La renina genera el coágulo al convertir la caseína soluble en una red de para caseinato de calcio, que a su vez retiene los glóbulos grasos.

Este coágulo se retrae en pocos minutos y segrega una serie de componentes que representan el "suero de la leche". Este suero vehiculiza la lactosa y las proteínas solubles hacia el intestino. La lactosa es degradada en glucosa y galactosa por una lactasa ubicada en los enterocitos y luego absorbida. El enterocito posee también peptidasas que degradan las proteínas menores que ingresan con el suero de leche y algunas de menor peso molecular son absorbidas sin degradación previa.

Esto demuestra la existencia de una buena actividad digestiva intestinal de mucosa, que se contrapone a la baja capacidad secretoria del páncreas y del hígado, lo cual reduce la capacidad proteolítica y lipolítica en el lumen intestinal. Esta situación remarca la importancia de la coagulación y retención de la caseína y los triglicéridos en el abomaso, ya que si ambos componentes de la leche pasaran al intestino no sólo no serían bien digeridos, sino que, además, y, en consecuencia, generarían un arrastre osmótico de agua. El coagulo retenido sufre la acción proteolítica de la

renina que lentamente va liberando péptidos que pasan al abomaso y siguen la citada digestión de mucosa. La actividad lipolítica recae en la lipasa salival que libera principalmente monoglicéridos y ácidos grasos libres que serán absorbidos por los enterocitos.

Cada coágulo tarda alrededor de 12 horas en ser completamente degradado, por lo cual en abomaso coexisten coágulos de diferente tamaño. El calostro posee componentes no nutricionales que complementan la composición de la leche al momento del parto. El calostro es la primera secreción láctea de la madre. Posee componentes nutricionales semejantes a la leche, aunque más concentrados, pero agrega otros no nutricionales de vital importancia.

Se destacan las inmunoglobulinas que representan la principal fuente de transferencia pasiva de inmunidad desde la madre, ya que la vía placentaria es de menor importancia en el rumiante. La capacidad del intestino de absorber las inmunoglobulinas se pierde gradualmente durante el primer día de vida, por lo cual resulta vital el consumo de calostro apenas nace el ternero.

Fisiología en el periodo de transición de lactante a rumiante

La transición de lactante a rumiante implica para el ternero una serie de pasos adaptativos. Estos incluyen cambios en la morfología y funcionalidad del aparato digestivo,



Tomado de(Enrique, 2024)

el desarrollo de la flora microbiana normal y también cambios metabólicos. El desarrollo del aparato digestivo es variable y depende del tipo de dieta.

El desarrollo de las papilas ruminales depende en cambio de la concentración de AGV, como mecanismo adaptativo para aumentar la superficie para su absorción. El ternero nace con una flora bacteriana que se desarrolla junto con la funcionalidad de los divertículos estomacales.

Durante la primera semana pueden encontrarse en los divertículos estomacales primitivas bacterias celulíticas, y durante las tres primeras semanas aumenta la flora productora de lactato, y recién hacia la sexta semana están presentes todas las especies propias del adulto.

La flora intestinal también cambia, pero dependiendo del calostrado, ya que predominan especies como *E. coli*, *Streptococos* y *Clostridium welchii*, mientras que luego del calostrado predominan los lactobacilos.

El desarrollo inicial de flora lactogénica en el rumen se debe al escape esporádico de leche desde la gotera esofágica, que propicia temporales descensos de pH en un rumen totalmente involucionado. Esto retrasa el establecimiento de los protozoos que son muy sensibles al pH ácido.

Por esta razón los protozoos tardan semanas en establecerse, y a diferencia de las bacterias necesitan del "contagio" desde otro adulto, situación que se genera especialmente por el consumo de agua o alimento contaminado. Si este contagio no ocurre, los rumiantes pueden vivir años sin desarrollar su fauna ruminal.

La capacidad de ruminal también aumenta, desde 3 períodos diarios de 15 minutos cada uno a las dos semanas de vida asciende a 12 por día de 23 minutos a las 5 semanas y adquiere la capacidad total recién a los tres meses. La masticación se hace a su vez más efectiva, disminuyendo el tamaño de cada bolo, pero aumentando el número de bolos masticados, de menor tamaño y con mayor fuerza de masticación. Desde el punto de vista metabólico la principal fuente energética que se absorbe pasa de ser la glucosa a los AGV, lo cual genera cambios metabólicos que incluyen una activa gluconeogénesis y la alternativa de emplear acetato directamente como fuente energética o cetogénica.

Fisiología del rumiante

La digestión fermentativa depende del normal desarrollo de los microorganismos que la realizan. Por esta razón, el rumiante crea y mantiene a nivel retículo-ruminal las condiciones ideales para su crecimiento y multiplicación, convirtiéndose en un "gigantesco medio de cultivo líquido".

Las condiciones retículo-ruminales para el desarrollo de los microorganismos incluyen: aporte de nutrientes, anaerobiosis, pH, presión osmótica, temperatura, fácil acceso de los microorganismos al alimento y eliminación de los productos de desecho de este sistema.

El metabolismo anaerobio de los microorganismos ruminales es el factor responsable de la simbiosis con el rumiante. Al no utilizar oxígeno los microorganismos ruminales dependen de la vía glucolítica para la obtención de energía. Para comprender este punto puede ser necesario repasar las vías metabólicas que le permiten a una célula aerobia obtener energía del alimento. Por la vía glucolítica a partir de glucosa (686 Kcal/mol) se obtienen 2 ATP (14.6 Kcal/mol), NADH + H⁺ (que originará 3 ATP en cadena respiratoria) y piruvato (que aún conserva el 93 % de la energía de la glucosa).

El piruvato es convertido en acetil-CoA, que ingresa al ciclo de Krebs para producir energía, generando como productos finales de la cadena respiratoria CO₂ y agua, los cuales ya no poseen energía que aportar. Vale decir que si los microorganismos ruminales tuvieran un metabolismo aerobio consumirían toda la energía que posee esa glucosa. Al no poder utilizar el oxígeno, obtienen energía sólo de la producción de ATP durante la vía glucolítica, dejando como productos finales de su metabolismo NADH + H⁺, que al no existir cadena respiratoria no puede aportar energía, y piruvato, que, debido a las diferencias en las vías metabólicas microbianas, es convertido en otros ácidos de cadena corta, como el acetato, el propionato y el butirato. Estos AGV, que como ocurre con el piruvato conservan gran parte de la energía de la glucosa, si bien son productos de desecho para los microorganismos representan la principal fuente energética para el rumiante. pH. Cada microorganismo posee un rango de pH óptimo para desarrollarse.

La flora normal del rumen desarrolla en un rango de pH de 5,5 a 6,9. Fuera de éste, el pH extremo favorece el desarrollo de otros microorganismos que alteran el patrón metabólico del rumen y enferman al rumiante. La cantidad de H⁺ producido va a depender del tipo de dieta y el tipo de microorganismo que fermente dicho nutriente.

Lo cual determinara también la “eficiencia” de ese alimento debido a la producción de metano y tipo de AGV. Esto se explica con más detalle en la parte de regulación del pH.

El contenido ruminal mantiene una presión osmótica semejante a la tisular, para evitar pérdidas desmedidas de agua desde el líquido intersticial hacia el rumen o viceversa. Usualmente la presión osmótica se mantiene en 280 mOsm/l incrementándose en el período post-prandial por la mayor producción de AGV. Los AGV e H⁺ deben ser retirados del rumen, de otro modo su acumulación excesiva aumentaría la presión osmótica y disminuiría el pH a valores nocivos.

Los AGV son retirados por absorción a través de las paredes del rumen. Y el H⁺ es eliminado tras la formación de metano. Un bovino produce diariamente cientos de litros de gas, especialmente CO₂ y metano, que deben ser eliminados por eructación. La fracción de la dieta que no pudo ser digerida debe continuar su tránsito por el aparato digestivo.

El tiempo medio de retención en el retículo-rumen varía de 10 a 24 horas para el agua y los elementos solubles (en esta categoría se incluyen los microorganismos), mientras que aquellos insolubles de alta o baja digestibilidad poseen una vida media aproximada en el rumen de 30 y 50 hs respectivamente. Aunque, si el material posee alto contenido de lignina, la cual no es degradable por las bacterias, el pasaje se acelera. De esa forma se vacía el rumen, teniendo posibilidad del ingreso de nuevos alimentos.

El flujo de microorganismos, junto al alimento no digerido hacia el abomaso, evita la sobrepoblación ruminal. Para poder cumplir las funciones mencionadas, de las cuales depende la actividad fermentativa y en consecuencia la propia nutrición del rumiante, los DE poseen una actividad motora controlada. Este control lo realiza un centro nervioso ubicado en el núcleo vagal, en dorsal del tallo cerebral (bulbo raquídeo). Este centro recibe información de receptores ubicados en los DE, encargados de controlar los parámetros ruminales más importantes.

En el retículo-rumen se repiten patrones de actividad motora con el fin de cumplir con cuatro funciones esenciales: la mezcla del contenido, que facilita el contacto entre el alimento y los microorganismos, promueve la absorción de AGV y ayuda a la fragmentación del alimento; la progresión del contenido hacia el omaso, seleccionando sólo la fracción del alimento que ha permanecido el tiempo necesario dentro del rumen; la expulsión de gases a través de la eructación; y la rumia, seleccionando para rumiar alimento del estrato fangoso.

En la actividad retículo-ruminal se identifican dos complejos motores denominados contracción primaria o ciclo A y contracción secundaria, eructativa. La contracción primaria produce a la vez la mezcla y la progresión del contenido y comienza con la contracción bifásica del retículo.

Esta consiste en dos contracciones de la red, una parcial que reduce su luz a la mitad y una contracción total. La contracción parcial coincide con el cierre del esfínter retículo-omasal y sirve para volcar el estrato superior más grosero hacia el rumen por encima de la escotadura retículo-ruminal. Inmediatamente se produce la contracción total y el esfínter retículo-omasal se abre, permitiendo el pasaje del contenido de mayor peso específico hacia el omaso. La onda de contracción de la red se propaga por el rumen de craneal a caudal, tanto por el saco dorsal como por el ventral, pero en éste es más lenta y se refleja volviendo hacia craneal.

Con esta secuencia de contracciones el contenido ruminal se mezcla siguiendo un patrón de movimientos por el cual el contenido del saco dorsal del rumen gira y se mezcla en sentido antihorario, mientras que el contenido del saco ventral lo hace en sentido horario. De este modo, el alimento que ya ha permanecido el tiempo suficiente en el rumen y que se encuentra en la fase líquida ingresa a la red por encima del pilar craneal, y será el contenido que progresará hacia el omaso en la siguiente contracción.

Las contracciones secundarias se presentan siempre a continuación de las primarias, aunque su aparición depende de la cantidad de gas que contenga el rumen.

La acumulación de estos gases (meteorismo) pueden distender tanto el rumen que el animal muere por asfixia, debida a la compresión del diafragma. Esto demuestra la importancia del mecanismo de eructación. La eructación es un reflejo vago-vagal regulado por los centros gástricos del bulbo y que se inicia por estimulación de receptores que detectan la distensión del saco dorsal del rumen y la zona cardial, así como la presencia de gas libre en el saco ciego caudo-ventral del rumen, en el cual queda retenido gas después de una contracción primaria.

La contracción eructativa comienza en este saco ciego, luego asciende al saco ciego caudo-dorsal y de allí se propaga hacia craneal por el saco dorsal del rumen, empujando de esta forma la burbuja de gas hacia los cardias. La eructación se completa con un ligero esfuerzo inspiratorio a glotis cerrada, que disminuye la presión intraesofágica para facilitar el pasaje del gas hacia el esófago, que lo conduce hacia las fauces mediante una onda antiperistáltica.

Parte del gas es aspirado hacia los pulmones y en parte absorbido, lo cual explica como algunas sustancias volátiles derivadas de la fermentación ruminal de cebollas o puerros alcanzan la glándula mamaria confiriéndole sabor desagradable a la leche.

El número de contracciones ruminales es un parámetro importante dentro de la revisión clínica de un bovino. Se registra por inspección o palpación en la fosa del hígado izquierdo, que se eleva al pasar una onda contráctil por el saco dorsal. Debido a que los movimientos no son regulares se recomienda tomar la frecuencia durante 5 minutos, con un rango fisiológico de 5 a 12 contracciones. Esta frecuencia está en relación directa a la actividad metabólica del rumen.

La rumia comienza con una contracción "extra" del retículo que precede a la contracción bifásica. Los cardias y el animal hacen una inspiración a glotis cerrada que reduce la presión intraesofágica (-20 a - 40 mm Hg), con la consiguiente distensión de su pared y el ingreso de alimento desde la zona de eyección.

Una vez dentro del esófago, el bolo produce contracciones antiperistálticas que lo llevan hacia la boca donde es comprimido entre la lengua y el paladar para escurrir el líquido que es deglutido, mientras que el material sólido (forraje grosero) permanece en la boca para su remasticación e insalivación. La remasticación se realiza mediante movimientos laterales lentos, completos y enérgicos del maxilar inferior contra el superior. El tiempo de remasticación depende del tipo de dieta, siendo como promedio de 40 a 60 segundos por bolo. Finalmente, el bolo remasticado es deglutido y sus componentes se integran al contenido ruminal. La rumia es un reflejo de tipo vago-vagal gobernado por centros gástricos del bulbo y por las áreas hipotalámicas anterior y ventral.

El principal estimulante de la rumia es la propia estructura física del forraje, la cual depende del contenido de fibra de la dieta (elementos estructurales del vegetal, que necesitan ser triturados para posibilitar el ataque microbiano).

Las contracciones omasales son lentas y prolongadas comparadas con las del retículo. En el caso del bovino el omaso se contrae en forma bastante irregular e independiente.

Sin embargo, en ovinos y caprinos las contracciones omasales están coordinadas con las reticulares y aparecen alrededor de 15 a 30 segundos después de la contracción bifásica reticular, finalizando cuando se inicia una nueva contracción del retículo. El esfínter retículo-omasal posee también una acción coordinada, relajándose durante la contracción total de la red, permitiendo el ingreso de alimento al canal omasal. Tras la contracción reticular el esfínter retículo-omasal se cierra y el canal omasal se contrae, impulsando el contenido entre las hojas del omaso que se encuentra relajado. Posteriormente, tanto las hojas como la pared omasal se contraen triturando y propulsando el alimento hacia el abomaso. La porción proximal del abomaso posee escasa motilidad, sólo mantiene el tono muscular a la vez que se distiende por la llegada de alimento. Esta “relajación receptiva” permite a su vez que el líquido pase sobre el contenido sólido (percolación) y llegue rápidamente al duodeno. (Enrique, 2024)

Conocer la fisiología del rumiante en cada etapa de su vida, nos permitirá crecer la flora intestinal, al mismo tiempo que mantenerla, para que los microorganismos ruminales puedan degradar de manera adecuada el alimento proporcionado, junto con los AGV, es por esto, que el trabajar las redcillas del rumen en general permitirán una degradación correcta y un aprovechamiento en la ingesta de alimentos, ya que lo que se busca es explotar su potencial del animal por medio de la alimentación, sin importar su fin zootécnico, ya que, si un animal tiene una buena alimentación, pero el problema se encuentra en el desarrollo ruminal, los nutrientes desdoblados no serán aprovechados, y es aquí donde comienzan los problemas con el hato ganadero. A nuestro punto de vista, la base de la nutrición es el trabajo en la gota ruminal y el desarrollo completo de este.

Microorganismos ruminales

El retículo-rumen tiene la función de una cámara de fermentación la cual funciona de manera anaerobia, con un pH variable entre 5.5 y 7.0, este se puede modificar según la cantidad de alimento, la temperatura puede variar oscilando entre los 39 y 40° C; esto se debe a la fermentación ruminal causada por los microorganismos; se dice que este órgano es una cámara de sustrato la cual puede permanecer en el órgano por periodos largos, para la absorción, crecimiento microbiano. Respecto a la atmosfera ruminal se encuentra compuesta por 4 dióxido de carbono, metano, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno y ácido sulfhídrico.

Bacterias del rumen

El microbiota intestinal de los rumiantes se conforma en su mayoría por bacterias y protozoarios, las cuales tiene funciones y diferencias notables, así como la existencia de hongos y levaduras, aunque se encuentran en menor proporción que bacterias y protozoarios.

La población bacteriana de las bacterias oscila entre 5000 y 20000 millones por gramo de contenido ruminal, dichas bacterias son exclusivas de tubo digestivo, sobre todo del retículo-rumen, estas mismas especies se presentan en el intestino grueso, aunque con menor concentración de bacterias de 10 a 100 millones por gramo de digesta; cada microorganismo tiene especificidad según el huésped. En el órgano ruminal no tienen solo un género y especie, lo cual refleja la diversidad de alimentos diferentes, algunas partículas del contenido ruminal, se adhieren a los alimentos, que se encuentran en forma estratificada.

De acuerdo al sustrato las bacterias pueden ser gramnegativas(ya que son la que se encargan de fermentar el forraje)., o grampositivas, las cuales se encargan de desdoblar granos como lactobacilos. Todas las bacterias ruminales son anaerobias o aeróbicas facultativas, cada microorganismo de este órgano es seleccionado conforme a su adaptación y cambios ecológicos, así como la capacidad del trabajo bioquímico.

Las bacterias se pueden clasificar en celulíticas, hemicelulosas, amilolíticas, sacro líticas, utilizadoras de ácidos, proteolíticas, lipolíticas, hidrogenantes, metano génicas, entre otras, muchas de estas tienen funciones duales, lo que quiere decir que pueden ser dos al mismo tiempo. Cabe mencionar que las bacterias son seres vivos, estas tienen dichos requerimientos específicos de nutrientes para su sobrevivencia, los principales elementos para su supervivencia son los ácidos grasos de cadena corta, ácidos grasos volátiles y algunos otros ácidos como amonio, magnesio, calcio, potasio, sodio, azufre, biotina, entre otros; por lo tanto, los metabolitos de una bacteria sirven como fuente de nutrientes de otros.

Protozoarios ruminales

Estos microorganismos habitan en el órgano ruminal, las cuales habitan en simbiosis con las bacterias, dichos microorganismos comparten funciones de fermentación de nutrientes, los protozoarios no se encuentran en el intestino grueso, con propios del órgano ruminal a diferencia de las bacterias.

La población ruminal de protozoos en rumen oscila entre 100 mil hasta dos millones por mililitro, el aporte de la proteína microbiana proviene de los protozoos es al menos de 10 hasta el 50%, la mayor parte de los protozoarios ruminales pertenecen a los ciliados, aunque también podemos encontrar protozoos flagelados, su tamaño pequeño de población contribuyen de poca forma a la biomasa de protozoos, sin embargo, no se conoce a totalidad la actividad ruminal.

Los protozoarios se caracterizan por la capacidad de asimilar la azúcar soluble y transformarla en polisacáridos, similares a la estructura de un almidón, algunos médicos piensan que los protozoarios se encargan de cuidar y disminuir los riesgos de acidosis. Se dice que la mayoría de los protozoarios son celulíticos y algunos otros entodimorfos producen la alfa-amilasa y maltasa, así como las bacterias lo protozoarios aumentan con las proteínas de los alimentos.

Hongos ruminales.

La función de los hongos y levaduras, es la de hidrolizar las fracciones de fibra, para contribuir el complejo de rompimiento de lignocelulósico en la pared, aportando el 5% de proteína de origen ruminal.

Rutas metabólicas

Metabolismo

Para hablar sobre las rutas metabólicas tenemos que comprender que el metabolismo El metabolismo es toda la red de reacciones químicas efectuadas por las células vivas. Los metabolitos son las pequeñas moléculas que son el producto intermedio en la degradación o biosíntesis de los biopolímeros. (Introducción al metabolismo, 2024)

Si bien, el metabolismo puede dividirse en dos, en anabolismo y catabolismo, donde el anabolismo es el principal responsable en la síntesis de compuestos, los cuales favorecen al crecimiento, conservación y reproducción celular, denominando al anabolismo como el metabolismo formador, por otro lado; el catabolismo es considerado el metabolismo destructor, ya que este se encarga de degradar moléculas grandes para liberar moléculas más pequeñas, así como la liberación de energía.

Por esto podemos decir que las reacciones metabólicas están catalizadas por enzimas, por lo que una descripción completa del metabolismo no sólo abarca las reacciones, los productos intermedios y los productos finales de las reacciones celulares, sino también las características de las enzimas relevantes.

Rutas metabólicas

Las rutas metabólicas podemos describirlas como una secuencia de reacciones, es decir que una ruta es un equivalente biológico de un esquema de síntesis en química orgánica. Por lo tanto, una ruta metabólica son una serie de reacciones, en donde el producto de una reacción desencadena el sustrato de la siguiente.

Metabolismo de aminoácidos

Los aminoácidos de la dieta se mezclan con los liberados de proteínas endógenas de la degradación, dichos aminoácidos se encuentran circulando en la sangre y distribuido en el organismo, se dice que el destino más importante de los

aminoácidos es su incorporación a cadenas polipeptídicas las cuales intervienen en la síntesis de compuestos nitrogenados no proteicos de importancia funcional.

Las cadenas carbonadas toman diversas rutas, las cuales terminan alimentando al ciclo de Krebs para oxidar al CO₂ Y H₂O y la producción de energía. Estas cadenas pueden ser derivadas a las vías de glucogénesis, síntesis de ácidos grasos o grupos cetónicos.

Catabolismo de aminoácidos

La degradación de aminoácidos si inicia generalmente con la separación de su grupo α-amino (desaminación). Luego el resto nitrogenado seguirá un camino distinto del que tomará la cadena carbonada. Antes de la degradación los aminoácidos se inter convierten entre ellos, transfiriendo el grupo amino de un esqueleto carbonado a otro (transaminación).

Reacciones de transaminación

La reacción de transaminación comprende la transferencia de un grupo α-amino de un aminoácido a un α-cetoácido. El aminoácido se convierte en un cetoácido y el cetoácido aceptor del grupo amina, en el aminoácido correspondiente. Esta transferencia es realizada por las enzimas aminotransferasas, la mayoría de los aminoácidos sufren transaminación, a excepción de la lisina, treonina, prolina e hidroxiprolina. Esto se debe a que las transaminaciones son libremente reversibles, las transaminasas pueden funcionar tanto en el catabolismo como en la biosíntesis de aminoácidos. Las reacciones que involucran aminoácidos esenciales son unidireccionales, puesto que el organismo no puede sintetizar el α-cetoácido esencial.

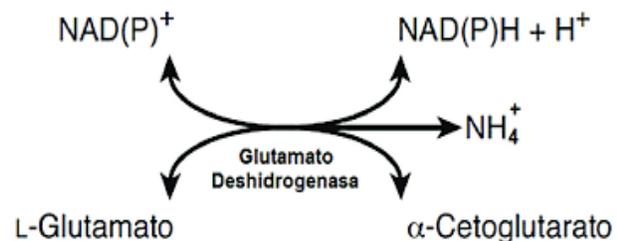
Las transaminasas catalizan una reacción biomolecular, donde el par aminoácido/α-cetoácido, formado por el L-glutamato y el α-cetoglutarato formando un "par obligado". El piridoxal fosfato se ubica en el sitio activo de las transaminasas. Este es una coenzima derivada de la piridoxamina (vitamina B₆), su función es en el metabolismo de los aminoácidos. Esta coenzima forma un enlace denominado base de Schiff, donde se une con un -CH=N-. El piridoxal fosfato actúa como

aceptor transitorio y transportador del grupo amina en el proceso de transferencia de la transaminación.

Las aminotransferasas tienen la función de “guiar” la reacción en un sentido y asegurar selectivamente la naturaleza del cambio a producir. El glutámico piruvato transaminasa (GPT) o alanina aminotransferasa (ALT), estos dan lugar a al piruvato, utilizando el par obligado y alanina. Dichas enzimas se encuentran en hígado, corazón y músculo, por lo tanto, muchas veces son la causa de enfermedades en dichos órganos, dando lugar a injuria tisular, siendo que las enzimas sean liberadas desde sus células.

Desaminación oxidativa

Como se mencionó anteriormente, gracias al par obligado, los aminoácidos del grupo α -amino son transferidos al α -cetoglutarato por medio de la transaminación, donde se forma el L-glutamato; posterior a esto el aminoácido el grupo nitrogenado puede ser separado por un proceso denominado desaminación oxidativa, una reacción catalizada por la L-glutamato deshidrogenasas, la cual es una enzima que se encuentra en los tejidos. La reacción es reversible, es decir que el amonio puede unirse a una α -cetoglutarato para formar glutamato, usando como coenzima NADPH+. La puerta de acceso para esto es el glutamato, el cual forma parte del par obligado, este permite el paso al amoniaco, así como es la puerta de ingreso es la de egreso, de los nitrógenos de dichos compuestos.



Tomado de (ULPGC, 2024)

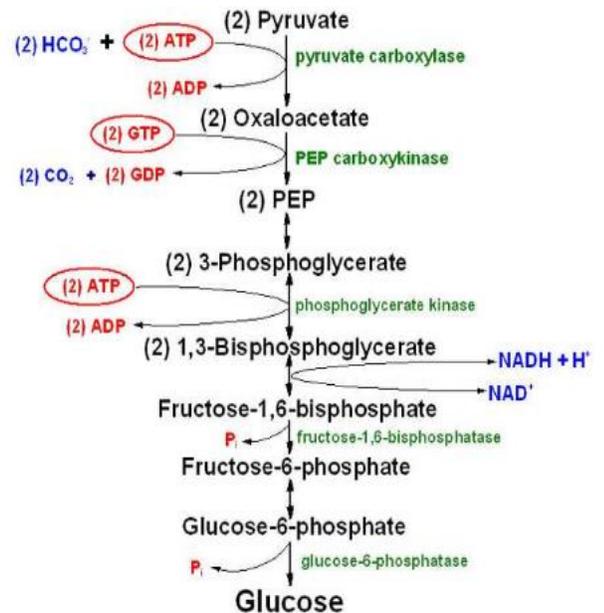
Integración metabólica

La integración metabólica consta de un proceso largo de reacciones enzimáticas, las cuales desarrollarán más para así poder formar el ATP, dicha molécula es la encargada de brindar energía, por medio de la glucosa.

Gluconeogénesis

Los precursores de la gluconeogénesis son el lactato, el piruvato, el glicerol y determinados α -cetoácidos (moléculas que derivan de los aminoácidos). El lactato lo liberan los eritrocitos y otras células que carecen de mitocondrias o poseen concentraciones bajas de oxígeno y éste se convierte en piruvato por el lactato deshidrogenasa. El glicerol que es un producto del metabolismo de las grasas en el tejido adiposo, se transporta al hígado en la sangre y se convierte en glicerol 3-fosfato por el glicerol quinasa. Algunos aminoácidos como la alanina se convierten en piruvato en el hígado. La secuencia de reacciones de la gluconeogénesis es, en gran medida, la inversa del glicólisis. Sin embargo, hay tres reacciones que en la ruta glucolítica son irreversibles y se sustituyen a partir de reacciones alternativas catalizadas por las siguientes enzimas:

- Síntesis de fosfoenolpiruvato. La síntesis de fosfoenolpiruvato a partir de piruvato requiere de dos enzimas: piruvato carboxilasa y fosfoenolpiruvato carboxiquinasa. El piruvato carboxilasa, que se encuentra dentro de las mitocondrias, convierte el piruvato en oxalacetato.
- Conversión de la fructosa 1-6-bisfosfato en fructosa 6-fosfato. La enzima que cataliza esta conversión de forma irreversible es la fructosa 1-6-bisfosfatasa, cuya actividad se estimula por el citrato y se inhibe por el AMP y la fructosa 2-6- bisfosfato.



- c) Formación de glucosa a partir de glucosa 6-fosfato. Esta reacción se lleva a cabo con la ayuda de la enzima glucosa 6-fosfatasa, que sólo se encuentra en el hígado y el riñón. La glucosa sintetizada se libera a la sangre. (velasco., 2021)

Oxidación de glucosa

Tomado e(velasco., 2021

Da lugar a un conjunto de reacciones enzimáticas, las cuales se encuentran bajo un estricto control metabólico, con la finalidad de que la energía química contenida en la glucosa, para llevarse a cabo todo el proceso se acompaña del glucolisis.

Glucolisis

El glucolisis es un proceso anaerobio la cual genera una fracción denominada ATP, donde la mayor parte de la formación de este proviene del proceso anaeróbico de la glucosa, la cual se llama “respiración celular”, dicha respiración se produce mediante las siguientes rutas metabólicas que se explicarán para su integración, las cuales se irán desglosando.

Es la ruta metabólica, formada por diez reacciones enzimáticas, mediante la que se degrada una molécula de glucosa hasta dos moléculas de piruvato, además de producir energía en forma de ATP y de NADH. Es una ruta metabólica universalmente distribuida en todos los organismos y células. Su función es la degradación de glucosa y otros monosacáridos para la obtención de energía.

Se puede dividir en tres etapas:

- Preparatoria: Cuatro reacciones: dos son de fosforilación y consumen 2 ATP por molécula de glucosa.
- La ruptura de la hexosa produce 2 triosas, que acaban en 2 moléculas de gliceraldehido-3-P.
- De beneficios: Oxidación del gliceraldehido-3-fosfato (x 2) hasta piruvato (x 2) y formación acoplada de ATP en 2 de las reacciones, en total se forman 4 ATP y 2 NADH.

Reacciones glucolíticas

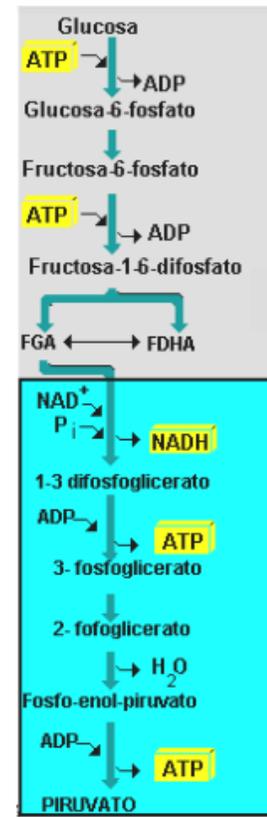
La transferencia de fosforilo se transfiere un grupo fosforilo desde el ATP a un intermedio glucolítico, o desde un intermedio glucolítico hasta el ADP, por una kinasa, por el desplazamiento del fosforilo: un grupo fosforilo es desplazado desde un átomo de oxígeno a otro dentro de la molécula por una mutasa, por medio de isomerización: la conversión de una cetosa en una aldosa, o a la inversa, por una isomerasa, la deshidratación: es la separación de una molécula de agua por una deshidratasa, y por medio de ruptura aldólica: la ruptura de un enlace C-C en un proceso inverso de la condensación aldólica por una aldolasa.

Los intermedios fosforilados tienen gran importancia en la marcha de la ruta. Los acil-fosfatos (1,3-BPG) y los enolfosfatos (PEP) poseen un alto potencial de transferencia de grupos fosfato. Se forman en reacciones endergónicas y donan el fosforilo a otros compuestos en reacciones muy exergónicas y así se favorece la ruta.

El 2,3-BPG, efector alostérico de la Hemoglobina, se forma a partir del 1,3-BPG, metabolito de la segunda fase del glucolisis, por la acción de la enzima bisfosfoglicerato mutasa. Las mutasas actúan a través de intermediarios bisfosfato. (tejedor., 2007)

Regulación del glucolisis:

1. La hexoquinasa es inhibida por el producto de la reacción que cataliza, la G-6-P y activada por Pi. La isoenzima de la hexoquinasa en hígado se llama glucoquinasa y tiene menor afinidad por la glucosa que la HK, KM

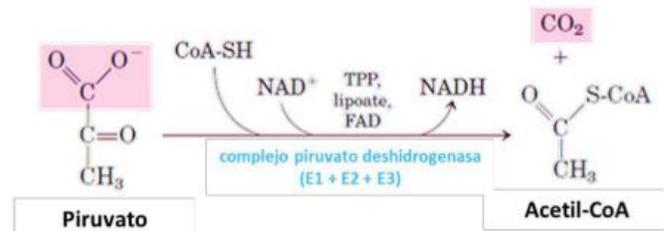


2. La fosfofructoquinasa 1 (PFK1) es la enzima clave en el control del glucolisis, está regulada por metabolitos activadores (F-2,6-BP, AMP) y otros inhibidores (ATP, citrato, H⁺); es una enzima alostérica.
3. El piruvato quinasa es inhibida por el ATP, el Acetil-coa y los ácidos grasos de cadena larga. Los últimos pueden proporcionar ATP a través del Ciclo de Krebs. Es activada por F1,6-BP. En hígado resulta inhibida por fosforilación. (tejedor., 2007)

Este proceso va aunado de la transformación del piruvato, donde sigue siendo parte del glucolisis, el cual desencadenara más reacciones para así incorporar todas las moléculas al metabolismo.

Transformación del piruvato en acetil

A partir de la glucosa se produce piruvato mediante glucólisis, en condiciones anaeróbicas, además, el piruvato se convierte en lactato o etanol, según el organismo. Bajo condiciones aeróbicas, el piruvato producido a partir de la glucosa, es descarboxilado oxidativamente para formar acetil-CoA, acompañado de la producción de CO₂.



Esta reacción es catalizada por un complejo enzimático llamado piruvato deshidrogenasa (PDH) compuesto de tres enzimas: piruvato deshidrogenasa (E1), dihidrolipoil transacetilasa (E2), and dihidrolipoil deshidrogenasa (E3).

La conversión de piruvato en acetil CoA consta de tres pasos: ^{Tomado (Universidad de Chile, 2021)} descarboxilación, oxidación y transferencia del grupo acetilo resultante a la coenzima A. La producción de Acetil CoA a partir de piruvato ocurre en la matriz de la mitocondria, y es el vínculo entre la glucólisis y el ciclo del ácido cítrico. Además, en la descarboxilación oxidativa del piruvato se produce una molécula de NADH por cada molécula de piruvato (dos moléculas de NADH). (Universidad de Chile, 2021) Esta conversión

terminara finalmente con el ciclo de Krebs, para la creación del ATP, la cual es la energía, un gran proceso para la liberación de una molécula de gran importancia en todos los procesos bioquímicos.

Ciclo de Krebs

El ciclo de Krebs o también conocido como ciclo del ácido cítrico, también llamado ciclo de los ácidos tricarboxílicos (TCA), es la vía común final para la oxidación de las moléculas de combustible: carbohidratos, ácidos grasos y aminoácidos.

Como se mencionó anteriormente, la mayoría de las moléculas combustible entran en el ciclo como acetil-CoA. El ciclo del ácido cítrico, en las células eucariotas, se lleva a cabo en la matriz mitocondrial en ocho reacciones enzimáticas.

Las enzimas del ciclo del ácido cítrico están ubicadas en la matriz mitocondrial, libres o fijadas a la membrana mitocondrial interna, donde también se encuentran las enzimas y coenzimas de la cadena respiratoria.

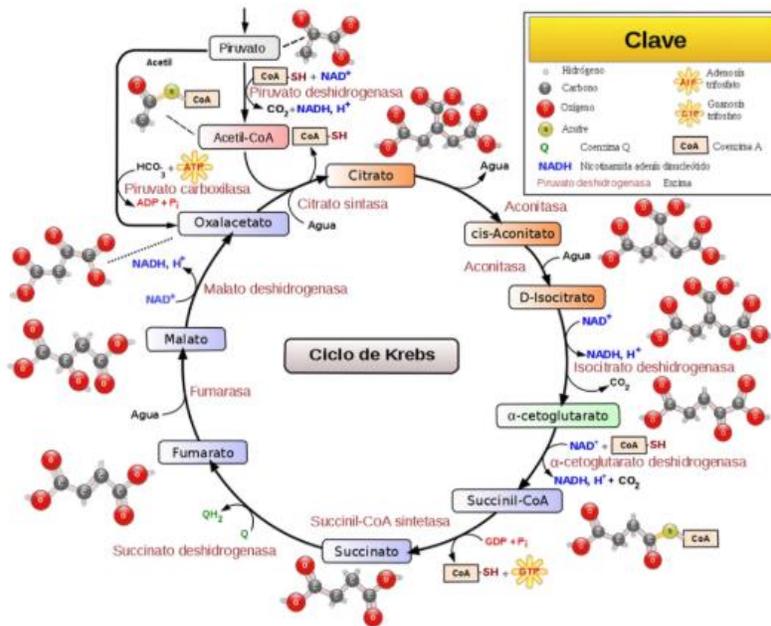
1. Formación de citrato: Para comenzar un giro del ciclo, el acetil-CoA dona su grupo acetilo (2 carbonos; C) al compuesto oxalacetato (4C) para formar citrato (6C), esta reacción es una condensación y es catalizada por el citrato sintasa.
2. Formación de isocitrato: El citrato se isomeriza en isocitrato (6C), por acción de la aconitasa (aconitato hidratasa); la reacción ocurre en dos pasos: deshidratación hacia cis-aconitato, y rehidratación hacia isocitrato.
3. Oxidación del isocitrato: La enzima isocitrato deshidrogenasa cataliza la descarboxilación oxidativa de isocitrato para formar α -cetoglutarato (5C) y CO₂. Se produce NADH.
4. Oxidación del α -cetoglutarato: El complejo α -cetoglutarato deshidrogenasa cataliza la descarboxilación oxidativa del α -cetoglutarato formando Succinil-CoA (4C enlazado a coA) y CO₂. El complejo α -cetoglutarato deshidrogenasa es similar al complejo piruvato deshidrogenasa. Se produce NADH.

5. Conversión de succinil-CoA a succinato: Succinil-CoA se convierte en succinato (4C), mediante la enzima succinil-CoA sintetasa; se trata del único ejemplo en el ciclo del ácido cítrico de fosforilación en el ámbito de sustrato. Se produce GTP.
6. Oxidación del succinato: El succinato formado a partir de succinil-CoA se oxida a fumarato (4C) por acción del succinato deshidrogenasa, enzima que se encuentra en la superficie de la membrana mitocondrial interna. Se produce FADH₂.
7. Hidratación del fumarato: La enzima fumarasa (fumarato hidratasa) cataliza la hidratación reversible de fumarato a malato (4C).
8. Oxidación del malato: En la última reacción del ciclo del ácido cítrico, la malato deshidrogenasa cataliza la oxidación de malato a oxalacetato (4C), el cual queda disponible para reaccionar con otra molécula de acetil-CoA. Se produce NADH. (Universidad de Chile, 2021)

Es decir que cada ciclo produce tres moléculas de NADH, una molécula de FADH₂, una molécula de GTP (equivalente a una molécula de ATP) y dos moléculas de CO₂. Esto quiere decir que de una molécula de glucosa se producen seis NADH, dos FADH₂, dos GTP y cuatro CO₂.

Tomado de (Universidad de Chile, 2021)

Ruta
fosfato
Esta ruta
cabo en



pentosa
se lleva a

mamíferos, principalmente en tejidos que realizan de forma activa la biosíntesis de ácidos grasos y esteroides, tales como la glándula mamaria, el tejido adiposo, la corteza adrenal y el hígado.

La ruta de las pentosas fosfato es una ruta metabólica de oxidación de la glucosa también llamada ruta del fosfogluconato, que tiene como función principal producir NADPH y ribosa 5-fosfato. Otra función de esta ruta es generar pentosas, especialmente la D-ribosa, utilizada en la biosíntesis de ácidos nucleicos, sobre todo en los tejidos de crecimiento y regeneración o en los tumores ya que hay un alto nivel de biosíntesis de ácidos nucleicos. La ruta de las pentosas fosfato se produce en el citoplasma en dos fases: oxidativa y no oxidativa. En la fase oxidativa de la ruta, la conversión de la glucosa 6-fosfato en ribulosa 5-fosfato va acompañada por la producción de dos moléculas de NADPH. En la fase no oxidativa se produce la isomerización y la condensación de varias moléculas de azúcar diferentes.

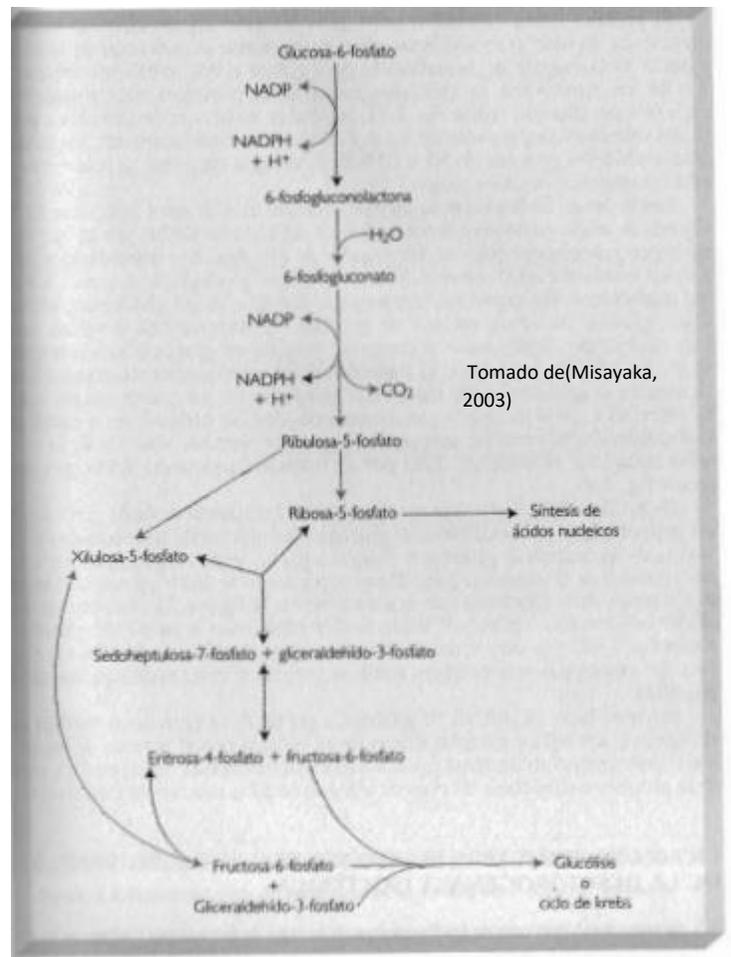
Fase oxidativa

Como primer paso se lleva a cabo la deshidrogenación enzimática de la glucosa 6-fosfato por la glucosa 6-fosfato deshidrogenasa, que forma 6-fosfoglucono- δ -lactona, un éster intramolecular, siendo el NADP⁺ el aceptor de electrones. La lactona es hidrolizada para dar el ácido libre 6-fosfogluconato por una lactonasa específica. Se deshidrogena y descarboxila el 6-fosfogluconato por la 6-fosfogluconato deshidrogenasa formando la ribulosa 5-fosfato, reacción que genera una segunda molécula de NADPH. La fosfopentosa isomerasa convierte la ribulosa 5-fosfato en su isómero aldosa D-ribosa 5-fosfato.

Fase no oxidativa

La transacetolasa, enzima dependiente de tiamina pirofosfato (TPP), cataliza la transferencia de un fragmento de dos carbonos (C-1 y C-2) de la xilulosa 5-fosfato a la ribosa 5-fosfato, formando el producto de siete carbonos sedoheptulosa 7-fosfato; el fragmento restante de tres carbonos es el gliceraldehído 3-fosfato.

La transaldolasa cataliza una reacción donde se elimina un fragmento de tres carbonos de sedoheptulosa 7-fosfato y se condensa con gliceraldehído 3-fosfato, formando fructosa 6-fosfato; el fragmento de cuatro carbonos restante es la eritrosa 4-fosfato. La transacetolasa forma fructosa 6-fosfato y gliceraldehído 3-fosfato a partir de la eritrosa 4-fosfato y la xilulosa 5-fosfato. Dos moléculas de gliceraldehído 3-fosfato formado por dos repeticiones de estas reacciones pueden convertirse en fructosa 1,6- bisfosfato. (velasco., 2021)



La nutrición en rumiantes y elementos de la dieta

Nutrición

La nutrición es la suma de los procesos mediante los cuales un animal ingiere y utiliza todas las sustancias requeridas para su mantenimiento, crecimiento, producción o reproducción. A diferencia de las plantas que incorporan únicamente los materiales inorgánicos como oxígeno o fertilizantes, los animales incorporan además de estos las materias orgánicas. (INATEC, 2016)

Esta es una de las bases para que el organismo funcione de manera adecuada, ya que esta no involucra solo lo físico, si no, que intervienen factores químicos y bioquímicos, esta, se puede definir como la asimilación de los alimentos ingeridos, los nutrientes desdoblados se transforman en tejido, o la elaboración de diversas funciones; así como el poder mantenerse así mismo. Es por esto que los nutrientes deben de estar equilibrados para que así el animal cumpla con sus funciones biológicas, más allá de su fin zootécnico. Una buena nutrición siempre va a influir en todo, desde las características fenotípicas hasta las genotípicas, la nutrición llega a explotar el desempeño del animal, en cualquier fin zootécnico.

Nutriente

Los nutrientes son los constituyentes que conforman un alimento como las grasas, proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales. (INATEC, 2016)

En pocas palabras los nutrientes son los alimentos ya transformados o procesados por el organismo, por lo tanto, estas moléculas desdobladas aportaran el valor nutricional al animal para dichas tareas, cada nutriente desdoblado tiene un valor y desempeñan diferentes labores a nivel bioquímico.

Valor nutritivo

El valor nutritivo se puede definir como la cantidad adecuada de los nutrientes en un alimento, que permitan satisfacer los requerimientos o necesidades para la crianza de los animales. (INATEC, 2016)

El valor nutritivo en una dieta, se asignará conforme a su fin zootécnico y sobre todo a los alimentos a ofrecer en el consumo de esta, es por esto que las dietas deben de tener un balance energético.

Alimentación

La alimentación se puede describir como la acción de suministrar alimentos al ganado. El alimento diario debe contener un correcto valor nutritivo. Sin embargo, el volumen de alimentos que los animales pueden consumir está determinado por las características fisiológicas de cada especie. (INATEC, 2016)

El animal come el 3% de su peso vivo, es decir que entre más pese, mayor será el consumo de alimento diario, se recomienda proporcionar los alimentos en diferentes tiempos y porciones para que el animal pueda digerir y culminar el proceso de rumia.

Alimento

El alimento es el medio a través del cual se realiza la transferencia de componentes químicos (nutrientes) al cuerpo animal. (INATEC, 2016)

En si el alimento es todo aquello que se lo proporciona al animal para comer, antes de que se convierta en el bolo alimenticio y sea desdoblado por los microorganismos y enzimas ruminales.

Ración

Una ración, se describe como la cantidad o porción de alimento que se le brinda al animal en el transcurso del día. Las raciones son específicas para animales estabulizados, sin importar su fin zootécnico, ya que lo que busca es hacer explotar los nutrientes para la formación de tejido en este caso, más allá de solo mantenerse, no todos los animales pueden tener la misma ración, ya que cada animal cuenta con diferentes pesos, usos y sobre todo las ubicaciones geográficas, así como las necesidades del hato.

Los principales nutrientes en una dieta son: agua, carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos, ácidos orgánicos, vitaminas y minerales, también la alimentación puede estar acompañada de aditivos y suplementos, para crear los complementos alimenticios. Como hemos mencionado, los nutrientes esenciales para los

organismos vivos, los cuales serán descritos a continuación, para la comprensión de los temas a abordar durante esta investigación.

Agua

El agua tiene dos funciones básicas en los seres vivos, una de las principales funciones es en el metabolismo corporal, en segundo lugar, desempeña una función importante en la regulación de la temperatura corporal. En los animales muchas de las funciones biológicas dependen del agua ya que esta es usada como disolvente de una variedad grande de compuestos, los cuales son ionizados en el agua.

El agua es un transporte en el conducto gastrointestinal de alimento en el proceso de digestión el cual se encuentra en estado semisólido, así como en varios solutos en la sangre, líquidos tisulares, células y secreciones, en excreciones (orina y sudor) y así como en los músculos, esta es encargada de la dilución de los contenidos celulares y líquidos corporales, para que los componentes químicos tengan libertad en las células. Una de las principales rutas del agua es la “hidrolisis”, donde el agua metabólica o denominada agua de oxidación, la cual resulta de la oxidación de componentes orgánicos en las células.

El contenido de agua en el cuerpo va variando conforme a la etapa en la que se encuentren, los animales recién nacidos contienen de 750 a 800 gr de agua por kilogramo, este contenido de agua desciende rápidamente hasta 500 gr de kilogramo en los animales adultos.

Los animales adquieren agua por medio de tres fuentes: agua de bebida, agua presente en los alimentos y agua metabólica, la última es formada por el metabolismo, donde los nutrientes orgánicos son oxidados, los cuales contienen hidrogeno.

Proteínas

Las proteínas se forman por cadenas de aminoácidos unidos mediante la eliminación de agua y la formación de enlaces peptídicos donde el radical R representa la diferencia entre los aminoácidos; así, si la R es un hidrogeno, el aminoácido se llama glicina, si la R es un grupo metilo (CH₃-), el aminoácido se denomina alanina, etc. Al juntar dos aminoácidos mediante la eliminación de una molécula de agua, se forma un péptido. (Misayaka, 2003)



Las proteínas contienen nitrógeno (N), el cual no está presente en los carbohidratos o grasas. Las proteínas constituyen un nutriente esencial ya que hay una necesidad continua de nitrógeno por los animales para el desarrollo y mantención corporal, la producción de leche, y para que los animales se mantengan sanos.

Las funciones de las proteínas en el cuerpo animal son:

- Necesarias para el crecimiento y desarrollo corporal
- Necesarias para la reproducción y funcionamiento de enzimas y hormonas
- Necesarias para la producción de leche de buena calidad
- Necesarias durante la preñez para el desarrollo de la cría
- El pelo, cuernos y pezuñas están compuestas de proteína
- Ayudan a generar resistencia a algunas enfermedades
- La leche contiene caseína que es la base de la elaboración de queso

Las proteínas son parte de los fragmentos blandos y verdes de las plantas, especialmente las hojas. A medida que la planta madura, desarrolla tallos más gruesos y pierde las hojas. Es por esto que una planta más madura contiene menos proteína. El contenido total de proteína que tiene un alimento se expresa como proteína cruda. (M., 2024)

Carbohidratos

Los carbohidratos se definen como compuestos químicos neutros que contienen elementos como carbono, hidrogeno y oxígeno, los carbohidratos son el componente principal de los tejidos vegetales, donde estos constituyen hasta el 70% de la materia seca en forrajes de origen vegetal. Algunas semillas y cereales representan concentraciones más altas, llegando a alcanzar un 85%. El carbohidrato aporta glucosa y glucógeno en los animales, donde estos constituyen el 1% de su peso vivo.

Clasificación de carbohidratos.

Existen diferentes formas de clasificar a los carbohidratos, la cual se basa en clasificarlos con forme a la cantidad de átomos de carbono y en el número de azucares presentes en el esqueleto, así como en azucares y no azucares.

Monosacáridos

Los monosacáridos tienen una molécula de azúcar, los cuales se pueden dividir en subgrupos que son: triosas, tetrasas, pentosas, hexosas y heptosas, esto dependiendo con el número de átomos carbono que están en su molécula. Las triosas y tetrasas son obtenidas a partir de los productos diarios del metabolismo de otros carbohidratos. Los monosacáridos se unen a partir de desechar una molécula de agua por cada unión para así formar di-, tri-, o tetra-polisacáridos, los cuales contienen respectivamente, dos, tres, cuatro o gran cantidad de unidades de monosacáridos. Los monosacáridos actúan como sustancias reductoras, donde las propiedades reductoras de este azúcar se ponen de manifiesto por la capacidad para reducir determinados iones metálicos, especialmente cobre y plata, los grupos aldehídos y cetonas pueden ser reducidos de manera química o enzimática, dando lugar a alcoholes.

Polisacáridos

Los denominados polisacáridos, también denominados glucanos, son polímeros de monosacáridos. Se agrupan en dos grupos homo-glucanos, los cuales contienen únicamente un tipo de monosacáridos y los heteroglucanos, los cuales por hidrólisis producen monosacáridos y derivados de estos.

Los microorganismos del rumen de las vacas y ovejas ayudan a los rumiantes a digerir estas fibras. La digestibilidad de la fibra es baja.

No obstante, los rumiantes siempre requieren una cantidad considerable de fibra en su ración para mantener el adecuado funcionamiento del rumen (mínimo de 30% a 35%). Pero, un contenido alto de fibra reduce el consumo de alimento por parte de los animales. El contenido de fibra se expresa como contenido de fibra detergente neutra (FDN). En la medida que las plantas maduran se tornan más fibrosas y menos digestibles.

Funciones de los carbohidratos

- Son una fuente de energía rápidamente disponible y necesaria para mantener al cuerpo y para desarrollar actividades tales como caminar, pastorear, producir leche, etc.
- Mantener la temperatura corporal y nivel de azúcar en la sangre
- Los excesos de carbohidratos se almacenan en forma de grasa corporal como una reserva energética
- La azúcar láctea (lactosa) le da dulzura a la leche y las bacterias la utilizan para tornar la leche agria
- Son esenciales para el crecimiento y multiplicación de los microorganismos del rumen. (M., 2024)

Lípidos

Los Lípidos (derivados naturales de la condensación de los AG con alcoholes o aminas), o de una forma más genérica denominados "Grasas o productos grasos", incluyen un conjunto amplio de sustancias solubles en disolventes orgánicos, de naturaleza y propiedades muy variadas según su composición química.

Especialmente importantes resultan el número de la cadena lipídica, el tipo de saturación de los enlaces y su posición en el espacio, que condicionan notablemente a su punto de fusión. En general, a menor longitud de cadena y mayor número de enlaces insaturados, más bajo es el punto de fusión (PF) y de ebullición, así para C2-C5 los AG son volátiles a temperatura ambiente (AGV). (Costa, 1992)

Existen tres tipos de lípidos de interés animales; los cuales son:

- Triglicéridos: Los encontramos en cereales y semillas, grasas y aceites.
- Oligopéptidos: Los encontramos en forma de forrajes tales como gramíneas y leguminosas.
- Fosfolípidos: Se encuentran en forma de líquidos fisiológicos y membranas celulares (minotarios).
- Ácidos grasos: Se encuentran como subproductos industriales (libres o saponificados).

Sin embargo, los lípidos pueden clasificarse de diferente forma, es decir que podemos clasificarlos para la función que cada grupo de lípidos desempeña. Por ejemplo, los podemos encontrar los lípidos estructurales (de superficie o ceras, de membrana, cloroplastos, de naturaleza compleja (fosfolípidos y glicolípidos fundamentalmente, de cadenas C10-C30 y altos contenidos en AG-insaturados) y de los que sólo un 40-50 % son extraíbles por éter en la determinación de Grasa Bruta (GB) en el laboratorio. Abundan en las hojas verdes y forrajes jóvenes (5-12 % de GB sobre Materia Seca). En ocasiones, como es el caso de los microorganismos, muchos de ellos presentan cadenas de C de un número impar.

Los lípidos de reserva (fundamentalmente triglicéridos, de C12-C22), el 80-100 % de los cuales pueden ser extraídos con éter y que se encuentran abundantemente en los tejidos animales y en los frutos y semillas (Algodón, Soja, Girasol, Lino.)

El contenido es variable, según el caso, situándose entre el 15-60 % de la Materia Seca, sin embargo, en algunos alimentos, como en los cereales pueden llegar a ser escasos (1,5-8 % GB sobre MS). (Costa, 1992)

Minerales

Los minerales son la materia inorgánica en los alimentos. Permanecen incluso después de la quema del material por lo que se les refiere usualmente como a cenizas. Algunos minerales juegan un rol crítico en la estructura de los tejidos del cuerpo. Por ejemplo, el calcio y el fósforo, que son componentes principales de los huesos y por ello esenciales en la formación del esqueleto. (M., 2024)

Los minerales son una parte importante de la nutrición, ya que muchos de estos forman parte para fijación de hormonas, y procesos bioquímicos, más allá de solo ser estructurales o brindarles de manera rutinaria.

Minerales estructurales

Calcio

Es el elemento mineral que más predomina en el organismo, lo podemos encontrar en huesos y en tejidos blando, la composición proximal de los huesos es de agua, grasa, proteína, minerales, como sabemos el calcio de los tejidos blandos es responsable de la respuesta del tejido nervioso y de las contracciones cardíacas, así como se presenta en los factores de coagulación. Para la regulación del calcio se da por medio de tres hormonas, las cuales son: paratohormona (PTH), calcitonina (CT) y la vitamina D, estas mismas actúan a nivel de huesos, riñones e intestinos.

Fósforo

La mayor concentración de fósforo se encuentra en huesos, donde se localiza parte de la mayor concentración de fósforo en el organismo, es un elemento esencial de

las moléculas de los fosfolípidos, ácidos nucleicos, fosfoproteínas, coenzimas, ligaduras de gran contenido energético tales como los acetil-fosfatos, enolfosfatos, pirofosfatos y amino fosfatos.

Magnesio

Este elemento se encuentra en huesos, tejidos blandos y a nivel intracelular, las principales funciones que tiene son en los tejidos blandos para la activación de fosfatos orgánicos, mantenimiento de la integridad de las partículas celulares como los ribosomas, mitocondria, microtúbulos, así como da lugar a la biosíntesis proteica al momento de reaccionar a tRNA con los aminoácidos.

Sodio

El sodio es un catión de líquido extracelular, el cual tiene funciones en la regulación de la presión osmótica, interviene en el equilibrio ácido-base, así como en la transmisión de los impulsos nerviosos, potencial en membranas, absorción de nutrientes como los monosacáridos, aminoácidos y sales biliares.

Potasio

El potasio es conformado por el catión, el cual es uno de los elementos más importantes y abundantes, ya que este permite el fluido intracelular, así como también se encuentra en los músculos, algunas otras funciones de este, son la activación de enzimas intracelulares, regula actividad muscular, mantiene permeabilidad muscular, abate el ritmo cardiaco, usa aminoácidos e interviene en la síntesis de proteínas, se encarga de la presión osmótica, así como en la intervención de la estructura ribosómica.

Minerales en trazas

Hierro

El hierro tiene funciones relacionadas con la respiración ya constituye moléculas sanguíneas que transportan los gases respiratorios. Además, compone un número importante de enzimas como catalasas, oxidasas, deshidrogenasas, entre otras. La deficiencia de hierro en nutrición animal puede relacionarse con trastornos sanguíneos que dificultan todos los procesos corporales, causando anemia, debilidad, menor rendimiento productivo.

Cobre

Este elemento se puede encontrar presente en alimentos en forma de sal, en la absorción de este mineral interfiere el ácido fólico, ácido ascórbico, zinc y cadmio. Tiene relación con la composición de diferentes enzimas, así como también en la calidad del cartílago y la integridad del tejido conjuntivo, así como en la función cardíaca, mineralización ósea, mecanismos inmunitarios y el metabolismo del hierro.

Zinc

El zinc o cinc es un micro mineral que compone un gran número de enzimas en forma de cofactor. Por esto, participa en procesos metabólicos relacionados con lípidos, carbohidratos y proteínas. La deficiencia de zinc se ha asociado con afectación del sistema inmune y del sistema reproductivo en rumiantes machos.

Manganeso

El manganeso es un micro mineral que participa en el funcionamiento de enzimas relacionadas con el ciclo de Krebs, así como en la formación de hueso y células sanguíneas, el metabolismo de carbohidratos.

Yodo

El yodo es el micro mineral que compone las hormonas de la tiroides Tiroxina (T4) y triyodotironina (T3). Estas hormonas cumplen un papel esencial en el

desarrollo y metabolismo de los animales ya que regulan dichos procesos. La deficiencia de yodo causa un aumento en el tamaño de la glándula (bocio). A nivel funcional, la mayoría de los procesos metabólicos de los animales se ven alterados.

Selenio

El selenio es un componente de la enzima glutatión peroxidasa que protege los tejidos y membranas contra el estrés oxidativo. Además, el selenio es un micro mineral importante en la absorción y función de la vitamina E.

Azufre

El azufre es un macromineral cuya importancia radica en la formación de aminoácidos y algunas vitaminas. Las proteínas son moléculas indispensables para la vida constituidas por aminoácidos, y son el principio de la producción animal. En porcinos, broilers y rumiantes de carne la proteína es la base para la formación de músculo. La deficiencia de azufre en la dieta lleva a trastornos en la formación de proteínas. Por ello, el rendimiento productivo se ve afectado significativamente en casos de deficiencia.

Cobalto

El cobalto es un componente de la vitamina B12 (cianocobalamina) que interviene en la formación de células rojas de la sangre y en funciones de las células nerviosas. En rumiantes la deficiencia es rara ya que las bacterias presentes a nivel ruminal producen la vitamina B12.

Vitaminas

Las vitaminas son componentes de los alimentos, se encuentran en la alimentación en proporciones pequeñas, las vitaminas se necesitan en cantidades muy

pequeñas para el metabolismo normal del cuerpo; cada una tiene sus propias funciones específicas y la falta de una sola vitamina en la dieta de una especie que la requiere produce síntomas específicos de deficiencia e incluso podría ocasionar a la larga la muerte del animal. Las vitaminas que se conocen se dividen según su solubilidad en hidrosolubles y liposolubles.

Las vitaminas son nutrientes orgánicos esenciales que necesita el animal en pequeñas cantidades para el correcto funcionamiento de su metabolismo. Las vitaminas se agrupan en dos categorías, solubles en agua o en grasas. Hay nueve vitaminas solubles en agua, ellas son la vitamina C y 8 vitaminas del complejo B. Los niveles excesivos serán excretados por el animal. Las vitaminas liposolubles incluyen las vitaminas A, D, E y K. En el cuerpo, estas vitaminas son absorbidas por los glóbulos de grasa y se almacenan en el hígado y otros tejidos grasos y se liberan a medida que sea necesario.

Clasificación	Tipos	Funciones
Vitaminas liposolubles	Vitamina A	Salud visual. Mantenimiento de la inmunidad de la mucosa y piel.
	Vitamina D	Ayuda a la absorción de calcio y mantiene constante la densidad de calcio en la sangre.
	Vitamina E	Reprime el envejecimiento de las células con acción antioxidante. Promoción de la circulación de la sangre.
	Vitamina K	Ayuda a la formación ósea y la coagulación de la sangre.
Vitaminas hidrosolubles	Vitamina B1	Mantenimiento de la función mental. Ayuda al metabolismo del azúcar.
	Vitamina B2	Acción antioxidante (descomposición de la peroxidación lipídica) Ayuda al metabolismo de los lípidos. Ayuda a la síntesis de glóbulos rojos.
	Vitamina B12	Relación con la neurotransmisión. Sueño normal.
	Vitamina C	Reprime el envejecimiento de las células con acción antioxidante. Mantiene la metabolización de las proteínas.
	Vitamina B6	Ayuda en la formación de anticuerpos. Sintetiza las hormonas.
	Vitamina B7	Actúa como coenzima. Encargada del mantenimiento de la piel, las membranas mucosas normales y del sistema nervioso.
	Vitamina B8	Interviene en reacciones de carboxilación como coenzima. Es importante para el metabolismo.
	Vitamina B10	Actúa como un filtro solar perfecto y natural.

tomado de(INATEC, 2016)

Desórdenes metabólicos del rumen

Como sabemos la principal característica del ganado bovino es su particular estómago, este, lleva gran ventaja en las demás especies animales, respecto al

aprovechamiento de alimentos fibrosos y fuentes nitrogenadas no proteicas; sin embargo, cualquier parámetro anormal o cuerpo extraño, por más mínimo que sea, puede causar un desequilibrio en los procesos bioquímicos-metabólicos propios del rumen.

Timpanismo

Es una anomalía en el funcionamiento retículo-rumen, el cual es caracterizado por la distensión de dicho órgano, debido a la producción excesiva de gases, considerando que el timpanismo es un desorden metabólico importante en los rumiantes y baste concurrente si no se tiene un control adecuado. Dicha anomalía se puede clasificar como gaseoso o crónico, siendo una manifestación implícita en otro problema nutricional.

El timpanismo espumoso es relacionado a aspectos meramente alimenticios, ya que el gas excesivo ocasiona el desplazamiento de espuma a la zona del cardias, por lo tanto, si el animal eructa inhibe a este mecanismo, alojando la espuma en la cavidad pulmonar, uno de los principales y característicos signos es la distensión del flanco izquierdo del animal, sin embargo este signo se agrega a los ante mortem, así como el movimiento de los miembros anteriores mostrando ansiedad, micciones y defecaciones constantes.

Uno de los fenómenos principales está relacionado con la proteína soluble presente en el alimento, la cual se convierte en espuma; un claro ejemplo son las leguminosas como el trébol rojo, así mismo es directamente relacionado con las pectinas en el alimento, la causa puede venir por excesos proteicos o bien excesos minerales, tales como el calcio y poco fosforo, o en su lugar alto contenido de nitrógeno con bajo fosforo.

La saliva se atribuye como un factor biológico, como sabemos la saliva es inhibidora de la formación de espuma, lo que quiere decir que al combinarse estos elementos se vuelven promotores de esta anomalía ruminal.

Desordenes alimenticio por carbohidratos.

Como sabemos la glucosa provee una parte relativamente pequeña de los requerimientos de energía de los rumiantes que bajo condiciones normales es mantenida cubierta por Acetato, cerca del 70% en promedio, y cuando los requerimientos de energía se incrementan los Acido Grasos de cadenas largas son usados como una fuente de energía adicional. A pesar de esto, los rumiantes utilizan más glucosa en base a peso corporal a como lo hacen otras especies; esto puede concluirse de la razón de porcentajes similares.

El porcentaje de gluconeogénesis (generación de glucosa) en rumiantes se incrementa después de la ingestión de alimento cuando la provisión de Acido Propiónico y otros precursores de glucosa es incrementado, y este porcentaje decrece cuando hay restricción de alimento. Esto contrasta con las especies monogástricas (un estomago) en que la producción de glucosa hepática se incrementa marcadamente durante la abstinencia de alimento.

El porcentaje de entrada de glucosa en rumiantes en abstinencia de alimento es alrededor de 60-65% de la de mono gástricos en abstinencia alimenticia, pero cae en rumiantes alimentados a solo 10-20% por debajo de los rangos de entrada de las especies monogástricas alimentadas.

Las hormonas Insulina y Glucagón son los reguladores de la producción y disposición de glucosa también en los rumiantes y ellas controlan la homeostasis de glucosa, particularmente en la sangre. El papel de ambas hormonas en rumiantes es menos importante que en especies que absorben grandes cantidades de glucosa. La Insulina reduce la producción de glucosa a partir del Acido Propiónico y otros precursores de glucosa y promueve su utilización por los tejidos periféricos.

El glucagón contrarresta el efecto de la Insulina; este promueve la gluconeogénesis a partir de los precursores de glucosa y la liberación de glucosa a partir del glucógeno hepático.

La secreción de Insulina y glucagón responde a metabolitos circulantes (glucosa, Ácidos Grasos Volátiles) y al consumo de alimento. La relación entre ambas hormonas es de gran importancia en el mantenimiento de la homeostasis de la

glucosa más que en la concentración absoluta en el plasma. En adición a la Insulina y Glucagón, que influyen en el metabolismo de la glucosa en direcciones inversas, la hormona del crecimiento está envuelta también en el mantenimiento de la homeostasis de la glucosa y actúa de manera similar al glucagón. Aunque el efecto de la hormona del crecimiento en la disponibilidad de glucosa es directo (promoviendo la gluconeogénesis) o indirectos (bajando la utilización de glucosa) todavía no ha sido investigado. Concentrados altos en almidón y azúcares son ampliamente usados para aumentar la producción en rumiantes.

Sin embargo, un nivel excesivo o un rápido incremento en su nivel en la dieta causa una variedad de crónicos o agudos desordenes digestivos. Todos estos desordenes pueden ser agrupados en 2 mayores eventos que ocurren en el rumen: un incremento en el rango de fermentación que incluye la producción de gas, y la acumulación de ácido láctico.

Paraqueratosis ruminal

Este desorden es común en dietas altas en granos, en lotes de ganado de engorde, y en vacas de ordeño. Esta se caracteriza por una queratinización crónica reversible de la mucosa del rumen con algunas inflamaciones y ulceraciones.

El desempeño de los animales afectados es solo ligeramente reducido, pero la penetración de bacterias dentro de la circulación causa abscesos en el hígado, comúnmente encontrados en los lotes de ganado de engorde. La penetración de toxinas indefinidas también causa laminitis, una inflamación de la lámina sensitiva de las pezuñas con edema. Los rumiantes afectados con paraqueratosis Ruminal son más sensibles a micotoxinas en los alimentos.

Acidosis

La acidosis es una enfermedad causada por el envenenamiento de granos, se ha denominado a esta anomalía ruminal como un síndrome en rumiantes, la cual prevalece en condiciones de producción intensiva, la causa es la ingesta de glúcidos solubles como azúcares y almidones, los cuales aumentan la fermentación ruminal,

haciendo que el PH ruminal descienda, teniendo efectos en las contracciones ruminales.

Acidosis láctica

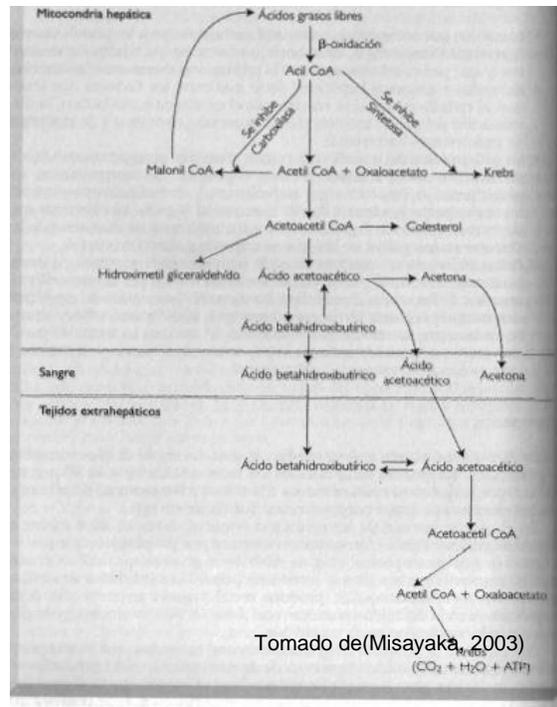
Los casos agudos de esta enfermedad van del rango de mediano a fatales. Normalmente, el ácido láctico es producido continuamente y fermentado en el rumen y su nivel es de menos de 1 mmol/litro. Una baja en el pH Ruminal induce a cambios en la microflora Ruminal y a una sobreproducción de ácido láctico. El nivel ácido láctico en el rumen de animales enfermos puede variar de 20 a 300 mm/litro y el pH del rumen cae a 4.5 o incluso más bajo.

El ácido láctico es absorbido y la acidosis se convierte en sistémica, por lo tanto, el pH sanguíneo baja. Hay depresión y la motilidad del tracto gastrointestinal está reducida. El alto nivel de ácido láctico en el rumen incrementa la presión osmótica y causa hemoconcentración y deshidratación. Las altas proporciones de D-isómero de ácido láctico agrava la enfermedad porque los tejidos de los mamíferos metabolizan este menos eficientemente que el L-isómero (que es natural en animales superiores). Este desorden es tratado con terapia fluida y antiácidos, mayormente oxido de magnesio y bicarbonato de sodio. Una fibra adecuada en la dieta y cambios graduales previenen esta. Algunos antibióticos han sido efectivos previniendo la acumulación de ácido láctico.

Cetosis

Este síndrome consiste en la acumulación excesiva de cetonas (acetona9 acetoacetato) en los tejidos corporales a causa de un trastorno en el metabolismo de los carbohidratos o los lípidos.

La concentración de cetonas en sangre es baja se denomina cetonemia; si los niveles son bastante altos para las cetonas se viertan en orillas la condición se denomina cetonuria.



Intoxicación por amonio

Esta anomalía se da principalmente por el uso de urea en las dietas, no quiere decir que usar urea sea inadecuado, sin embargo el uso indiscriminado de esta causa alteraciones graves en el órgano ruminal, al administrar urea se incrementa la liberación de amonio en el fluido ruminal y el PH sufre modificaciones, sin embargo el rumen tiene capacidad amortiguadora para neutralizar álcalis no es del todo eficiente para ácidos, la capa lapida es permeable para el amonio, por esto, la absorción de dicho componente aumenta, así como la velocidad de absorción incrementa, siendo la síntesis más rápida en el hígado, subiendo los niveles de amonio en sangre y produciendo la intoxicación.

Los principales factores de intoxicación, es la poca ingestión de agua, uso de forrajes pobres, ayunos prolongados, periodos de adaptación casi nulos o nulos a totalidad y dietas que promuevan la alcalosis ruminal.

Intoxicación por nitritos y nitratos, oxalatos y endófitos

Intoxicación por nitritos y nitratos

La intoxicación por nitritos y nitratos se da en la época de sequías, por la ingesta de aguas contaminadas, plantas tóxicas y el uso de nitrato de potasio como fertilizante, el nitrato se reduce a nitrito, el compuesto intermedio es denominado "nitrosilo", este se convierte en hidroxilamina y por último en amoníaco. Cuando existe disminución el rumen tiene la capacidad de reducción, el cual bloquea la conversión del nitrito en nitrosilo, por lo que se absorbe como esta y se combina con hemoglobina para formar metahemoglobina, impidiendo así el intercambio gaseoso, algunos estudios han demostrado que los nitratos tienen un efecto vasodilatador, lo cual causa reducción en la presión sanguínea.

Intoxicación por oxalatos

El ácido oxálico y las sales son compuestos que se distribuyen dentro del reino vegetal, De acuerdo a la especie animal, cantidad, frecuencia de la ingestión, el ácido oxálico puede producir síntomas diversos, en el caso de rumiantes la intoxicación es uno de los principales síntomas notorios, aunado de deficiencias minerales, urolitiasis, hasta la muerte, la cual aparece por problemas renales, hipocalcemias, ruminitis hemorrágica o shock.

Intoxicación por endófitos

Los endófitos son hongos simbióticos que crecen en rye.grass perenne, estos inhiben la depredación de insectos y mamíferos herbívoros en las plantas, apoyándose de tres compuestos: peramina, la cual tiene una función de barrera contra insectos, la lolitema B y el ergo valina, causan síntomas neurológicos en rumiantes, ciervos y caballos. Sin embargo, cabe mencionar que el primer compuesto es beneficiario para la producción del forraje. Algunos síntomas característicos de esta intoxicación son: ataxia severa, vértigo, no se observan lesiones específicas en necropsias, en casos subclínicos se puede llegar a presentar anorexia, reducción del nivel plasmático de prolactina.

Enfermedades metabólicas por desbalance de calcio

Raquitismo y osteomalacia

La primera patología es presentada en animales jóvenes que a un están en desarrollo y la segunda patología se presentan en animales adultos; las patologías se establecen por la falta de calcio, fosforo o vitamina D en el organismo del animal.

Se presentan en los huesos con muy poca mineralización (26 a 27 % de cenizas vs. 50 a 55 % de huesos normales). El problema está en que las células Oseas sintetizan la matriz orgánica en forma normal, pero la poca mineralización es insuficiente por la falta de los elementos mencionados anteriormente.

Osteoporosis

Es un problema relacionado con el ganado productor de carne, en el que se logra apreciar una predisposición genética asociada con niveles grandes de calcio en la dieta, causa la deposición excesiva del mineral en, los huesos, los cuales se vuelven demasiado densos y ocasionan problemas de locomoción.

Formulación de dietas

Composición de alimentos y análisis

Como sabemos la composición del alimento balanceado manejan ingredientes alimenticios que tienen una determinada concentración de nutrimento. La composición de los alimentos debe ser la base para la creación de dietas, ya que se emplean combinaciones de diferentes insumos, sin embargo, para determinar los aportes alimenticios se deben hacer ciertos estudios químicos, para que sean representativos.

Análisis químico proximal

Se efectúa con un mínimo de tres submuestras, la primera y calienta un 100-110°C varias horas con el objeto de determinar su humedad su complemento materia seca se calcula por diferencia, posteriormente se calcina de 500 a 600°C para determinar la materia mineral.

La segunda submuestra se somete al análisis de proteína cruda, que no es otra cosa más que una determinación del nitrógeno total que libera en una digestión química, multiplicando por el factor de 6.25. La última submuestra se somete a una extracción con un disolvente orgánico que arrastra el extracto etéreo o proteína cruda, comprende aceites, grasas y materia liposoluble.

Fracciones de fibra

En este método se rompen las paredes celulares por medio de un tratamiento con una solución neutra de un detergente para quedar como remanente la llamada fibra detergente neutro (FDN), el complemento de esta es el material que desaparece, el contenido celular que se presupone, tiene una alta digestibilidad. La hemicelulosa se dirige en una solución fuertemente oxidante, que disuelve la lignina y se obtiene la celulosa como remanente.

Total de nutrimentos digestibles (TDN)

También conocido como nutrimentos digestibles totales NDTO por sus siglas en inglés TDN es un método matemático para el cálculo aproximado de la energía que libera un ingrediente El método consiste El método consiste en tomar los valores de los componentes orgánicos del análisis proximal o sea la proteína cruda extracto estéreo y fibra cruda y extracto libre de nitrógeno el producto del valor del extracto etéreo multiplica su digestibilidad respectiva el producto de valor del extracto estéreo multiplicado por su digestividad se multiplica a su vez por 2 pues se considera que las grasas en promedio liberan esta cantidad de veces más energía que las proteínas y los glúcidos.

La digestividad varía por los factores propios del alimento los animales que lo consumen o por ambas en cosas en general la digestibilidad de los granos de cereales y otras fuentes de azúcares o almidones es grande para las especies de animales en gran los alimentos que más varían son los forrajes y el principal causante de dicha variabilidad es el estado de madurez en general en la medida que aumenta la proteína y azúcares y se eleva el de fibra principalmente celulosa y le lignina lo que lleva consigo un decremento gradual en la digestibilidad se dice que la digestibilidad de los alimentos puede aumentar mediante procesos como son el molido el rol rolado y la formación de pastillas y hojuelas sin embargo esto incrementa también la velocidad a la que pasa el alimento por el tubo gastrointestinal.

Energía bruta(EB)

La energía que desprende de un alimento al quemarse totalmente en una bomba calorimétrica es un parámetro aproximado de energía, las proteínas los glúcidos y los lípidos liberan de 5 4 y 9 kilocalorías por gramo respectivamente al oxidarse en la bomba

Energía digestible(ED)

La energía digestible y el TND de un alimento son equivalentes ya que como se mencionó para el TDN se multiplican los componentes proximales por su digestividad y en el caso de lípidos por posteriormente por 2 aunque el valor de energía bruta de las proteínas es de 5 kilocalorías por kilogramos la Inter conversión de ED a TND se hace considerando 4 kilocalorías de por gramo de TND.

Energía metabolizable (EM)

La energía metabolizable es la energía digerida y absorbida por el tubo gases de final una parte no se aprovecha y se elimina por orina en forma de compuestos nitrogenados para evaluar esto se resalta el dato de energía urinaria al valor de energía digestible la energía que se pierde en gases es significativa solamente en el caso de Rumiantes su cuantificación es difícil y en general se estima que es del 8% de la energía bruta que consigne que consume el animal se observó que para rumiantes el valor de energía metabolizable representa alrededor de 82% de energía digestible por lo que la EM se puede estimar con tan solo multiplicar ED por 0.82.

Energía neta (EN)

El metabolismo de la energía contenido en un alimento causa un incremento calórico el cual es desaprovechado por el animal al restar este valor del dato de M obtenemos la n este parámetro se divide posteriormente en dos EN de mantenimiento ENM me en mantenimiento en y ENp de producción; la primera que tienen preferencia se cubre con los niveles bajos de alimentación aunque aquellos que cubren solamente el mantenimiento de animales en el caso de la ENP en nivel alimenticio es mayor además el valor es diferente según el producto por ejemplo leche EN, carne EN, feto, etcétera.

Formulación de dietas

Los pastos, forrajes y residuos agrícolas como coronta de maíz, panca, heno de avena etc. contienen altos niveles de fibra (celulosa, hemicelulosa) y los granos de cereales como el maíz grano, cebada, avena, trigo, etc. son ricos en almidón y azúcar. Estos carbohidratos son degradados por los microorganismos del rumen - retículo produciendo ácidos grasos volátiles como el ácido acético, propiónico y butírico; gases como metano (CH₄) y anhídrido carbónico (CO₂). Estos ácidos grasos volátiles se absorben directamente a través de las papilas ruminales y van a proveer de energía necesario para el metabolismo celular y el excedente da lugar a la síntesis de tejido adiposo como grasa corporal. En cuanto a los insumos proteicos como la pasta de algodón, torta de soya, harina de pescado, gran parte es degradado en el rumen por las bacterias y protozoos, dando lugar a compuestos como polipéptidos, dipéptidos, aminoácidos y amoníaco (NH₃).

Insumos energéticos

Polvillo de arroz

Es muy apetecido por el ganado por su aroma. Es una mezcla de la cutícula interna del arroz que se va puliendo, tiene el inconveniente que, al contener ácidos grasos insaturados, tiende a oxidarse produciendo diarrea en los animales y disminución de su aceptabilidad. También se debe tener mucho cuidado porque puede ser adulterado con cascara de arroz molido aumentando tremendamente el nivel de fibra (superior a 12 %), es un insumo energético (1.52 y 0.99 Mcal/kg de ENm y ENg respectivamente) su contenido de proteína total promedio de 12 %. En el concentrado se recomienda utilizar como máximo 15% si es de buena calidad.

Melaza de caña

Es una buena fuente de energía debido a su contenido de 50 a 60% de azúcares. Es altamente digestible, estimula el apetito y la degradación de la celulosa por los microorganismos del rumen. Reduce el polvo del alimento y sirve como aglutinante. Tiene alto contenido de potasio que le da propiedades laxativas. Niveles mayores a 25 % en la ración, reducen la digestibilidad de la fibra y otros carbohidratos, por la predilección de las bacterias por los azúcares. Es un insumo pobre en proteína total (3%), no contiene fibra, su nivel de energía es de 1.45 y 0.90 Mcal/kg de ENm y ENg respectivamente.

Afrecho de trigo

El afrecho o subproducto de trigo, está constituido por las cubiertas externas del grano y su contenido en fibra es en promedio de 12% en base seca. El valor nutritivo del subproducto de trigo se caracteriza por tener bajo contenido de fibra y de grasa. Sin embargo, su contenido de proteínas varía de 15 a 16,% en base seca superior al del maíz. El contenido de energía es de 1.34 y 0.84 Mcal/kg de ENm y ENg respectivamente. En el concentrado se recomienda utilizar hasta 30% como máximo por ser laxativo.

Granos de cereales

El tipo de cereales disponibles dependen de la zona, se puede disponer de maíz, cebada, avena, trigo etc. Todos son insumos energéticos por tener alto porcentaje de almidón y muy bajo en fibra, la cantidad en la dieta depende de su precio y disponibilidad. Entre ellos el maíz y la cebada son los más comunes que contiene en promedio 9 % de proteína y alrededor de 2.00 y 1.30 Mcal/kg de ENm y ENg respectivamente. Asimismo, se puede disponer de subproductos de los granos de cereales como el afrecho de trigo, hominy feed, gluten de maíz, raicilla de malta, etc.

Granos de cereales

Hominy feed

Es una mezcla de cáscaras (afrecho) de maíz, germen y una gran parte del endospermo que se obtiene de la molienda seca del maíz, proceso cuyo objetivo es la producción de "gritz" (maíz a medio moler) para la industria cervecera. Contiene 11% de proteína y 75% de NDT en base fresca. Se puede usar de 10 a 15% si su precio lo permite.

Insumos proteicos

Harina de pescado

Se obtiene principalmente de la anchoveta, eliminando la mayor parte de su contenido graso y conservando su proteína y minerales. La harina de pescado de primera contiene de 60 a 65% de proteína cruda en base fresca. Es mejor aprovechada que la harina de segunda, porque al ser desecada al vapor y no a fuego directo como las otras, hace que los aminoácidos esenciales como la lisina, el triptófano, la metionina y otros no son destruidos por el calor y por lo tanto son mejor aprovechados por el organismo mejorando la conversión alimenticia. La harina de pescado de segunda tiene de 46 - 48% de proteína en base fresca proviene de los dorsos y cabezas del pescado que se usa en conservas, al cual se le procesa en deshidratadoras como harina de pescado. Se recomienda alrededor del 12 % en una mezcla balanceada. Pasta de algodón Se distinguen dos tipos de pasta de algodón de acuerdo al procesado de la pepa. La mejor procede de plantas que procesan la pepa con prensa y solventes, contiene de 34 a 38% de proteína total en base fresca, color amarillo.

Torta de soya

Este insumo también es un subproducto que se obtiene por la extracción del aceite del grano de soya. La torta de soya es un excelente suplemento proteico para vacunos de engorde, es rico en proteína que puede variar de 43 – 46% en base fresca, pero su uso está limitado por el precio de mercado y su disponibilidad. Su contenido de energía es de 1.60 y 1.12 Mcal/kg de ENm y ENg respectivamente y el nivel recomendable independiente del precio es de 15 % como máximo. Soya integral.

La soya integral

es la semilla que no ha sido procesada para la obtención de aceite y por lo tanto conserva todo su aceite. Normalmente este insumo no se usa como tal sino en la forma de torta. En circunstancias especiales se puede conseguir la soya entera, pudiéndose usarla en rumiantes, previamente tratada térmico (aproximadamente a 124 °C durante 45 minutos) para destruir los inhibidores de la tripsina y demás sustancias anti nutricionales que se conocen y debe ser molida antes de su uso.

Insumos fibrosos y subproductos

Coronta de maíz o tuza

Este insumo contiene 33 % de fibra en base fresca, de la cual la celulosa constituye el 90%, su molienda debe ser en molino de martillos con zaranda 7/16. La molienda gruesa causa residuos en el comedero y la muy fina la hace menos apetecible para el animal.

Penca de maíz

Contiene abundante fibra, algo de almidón y proteína. Molida puede usarse en niveles de 15 a 25%. Niveles altos dan lugar a mezclas muy toscas y voluminosas y el ganado deja residuos en el comedero. El uso de panca en melaza da o “pan camel” (60% de panca + 40% de melaza) es comúnmente utilizada porque aumenta su palatabilidad. Mezclada con agua se deteriora rápidamente (fermentación) y tiende a la autocombustión.

Cáscara da algodón (pelusa)

Fuente de fibra de buena calidad o fibra efectiva (FDNe). Es muy apreciada por el ganado aun como alimento único, pero es pobre en nutrientes. Actúa también como deshidratante de la melaza; pero es de baja digestibilidad. Se recomienda su uso como máximo 12% del concentrado.

Cáscara de cacao

La cáscara de cacao es un insumo derivado de la preparación industrial de las semillas de cacao destinado a la fabricación de chocolate para consumo humano. Su nivel recomendable es del 12%; niveles mayores de 15% lo tornan diurético, como ha sido reportado en la Universidad Nacional Agraria la Molina.

Principales insumos no tradicionales proteicos Forraje seco de maíz (gluten de maíz) Es el residuo seco que se obtiene después de la separación de la mayor parte del almidón y del germen, así como afrecho de maíz mediante el proceso que se emplean en la molienda húmeda. Su contenido en proteína es de 30% y su NDT es de 70% en base fresca. Puede usarse en niveles de 10 a 14% en la ración, si su precio lo permite.

Raymalt (raicillas de malta)

En la industria de la maltería existe este subproducto que contiene 26% de proteína y 60 % de NDT en base fresca. Su disponibilidad en el mercado no es alta. Harina de plumas Resulta del tratamiento bajo presión de vapor en autoclave con adición de ácido clorhídrico de las plumas limpias y no alteradas procedentes de aves beneficiadas. Contiene 85% de proteína y 62% de NDT en fase fresca. Su digestibilidad es de 84%, lo que significa que el valor real de la proteína asimilable es de 73%. Es de muy baja disponibilidad en el mercado.

Urea

Compuesto nitrogenado que contiene 281% de proteína bruta equivalente, es usada como fertilizante. Sustituye un tercio de la proteína de la ración siempre y cuando se agreguen carbohidratos fácilmente digestibles como los azúcares de la melaza y el almidón de los granos. Se puede usar al 1% del peso de la ración, si la ración es baja en proteína. La urea no contiene proteínas, sino que estimula el desarrollo de microorganismos del rumen, los que a su vez generan las proteínas microbales que serán una buena fuente de proteína para el animal.

Formulación de raciones para ganado de engorde

Debemos tomar en cuenta la tabla de composición químico de los principales insumos tiene información de MS (materia seca), PT (proteína total); NDT (nutrientes digestibles totales), Fc (fibra cruda), ENm (energía neta de mantenimiento), ENg (energía neta de ganancia), Ca (calcio), P (fósforo) . Se debe tener en cuenta la edad, peso, raza, requerimientos de mantenimiento y funcionalidad conforme a la etapa en la que se encuentre el animal a engordar. Así como la disponibilidad de insumos y precios de la alimentación.

A razón del sistema de alimentación que introduce en el rancho el manantial se anotan las siguientes tablas nutricionales para una mejor comprensión de lo realizado.

Tabla 03. Insumos para rancho el manantial.

	INGREDIENTE	PRECIO (KG)	MS (%)	INC MS (Kg)	BH (Kg)	BH (%)	COSTO DIETA \$	AJUSTE EN MS	AJUSTE EN BH
1	MAIZ MOLIDO	\$ -	87%	55.00	63.06	4.96%		1.603	1.837
2	MELAZA DE CAÑA DE AZUCAR	\$ 8.3	75%	28.00	37.33	2.94%	\$309.87	0.816	1.088
3	SALVADO DE TRIGON	\$ 8.0	90%	25.00	27.75	2.18%	\$221.96	0.728	0.808
4	PASTO Cuba 22	\$ -	40%	0.00	0.00				
5	PASTO ESTRELLA	\$ -	30%	300.00	1000.00	78.72%		8.741	29.137
6	SAL FORRAJERA N	\$ 9.0	100%	10.00	10.00	0.79%	\$90.00	0.291	0.291
7	UREA		99%	1.00	1.01	0.08%		0.029	0.029
8	Harina de canola	\$ 11.6	92%	120.00	131.15	10.32%	\$1,521.31	3.496	3.821

Tabla04 . Requerimientos nutricionales en la dieta.

NUTRIENTES	APORTE	REQ
NDF (%)	39.49	36% - 45%
ADF (%)	27.10	
NDF de Forraje (%)	37%	40% - 50%
CP (%)	16.26	12% - 14%
RDP (%) CP	44.19	
RUP (%) CP	33.54	
SP, %CP	28.63	
ST (%)	18.54	15% - 18%
SUGAR (%)	3.30	2-4 %
NFC (%)	20.68	32% - 36%
ME (mcal/kg)	2.29	1232.97
ENI (Mcal/kg)	1.42	1.36 - 1.49
ENg (mcal/kg)	0.85	
ENm (mcal/kg)	1.40	
FAT (%)	2.02	2% - 4%
ASH %	9.83	
DCAD	6.49	

Aportaciones personales

En este apartado se considera la condición corporal del animal, aunado de una valoración física, dándonos resultados aptos para el engorde bovino, procuramos que los animales de nuestro hato sean de la misma edad, sin embargo, había una variación de edad y peso, en un toro, siendo la diferencia de 20 días de nacido.

Para la creación de dietas es necesario que los insumos cuenten con nuestro alcance necesario no solo para los procesos biológicos, y contemplando el aspecto financiero, se proceden a seleccionar los ingredientes para la revoltura y calcular la ración conforme al peso de cada animal, ya que nuestra variación de peso fue en un margen de 15 kilos con el animal 002 y el animal 003, en cuestión del animal 001, su ración fue menor debido al peso presentado.

Tabla 05. Costo ración

CMS ESPERADO (NDF)	8.91
CBH ESPERADO	21.01
COSTO DE ALIMENTACIÓN	\$2,143.14
PRECIO CARNE/LECHE	55.00
PE	38.966

Una vez tomando los datos ya mencionados, se comienza la revoltura por partes, en este caso el total de toneladas en dos meses fueron de 1 toneladas 200 kg, lo cual se dividió en dos para un mejor manejo y almacenamiento de la alimentación, así como para la valoración de diversos cambios que pudiesen existir en las dietas del animal, ya que al tener pesos diferentes las raciones y necesidades debían ser adecuadas, se implementaron esquemas de prevención en los tres animales de prueba y en todo el hato ganadero, sin embargo dichos avances serán descritos de manera explícita en el capítulo IV.

Marco conceptual.

Absorción: Proceso por el que se incorporan los nutrientes desde el aparato digestivo hacia la sangre para que el cuerpo los pueda usar (NIH, 2024)

Ácidos grasos: Compuestos formados por una cadena variable de carbonos unidas entre sí y ligadas a átomos de hidrógeno, salvo uno de los carbonos terminales, que se une a un grupo hidroxilo (COOH). (Introducción al metabolismo, 2024)

ADF: Fibra ácido detergente. (McDonald et)

Alimentación: Ingesta de alimentos en relación con las necesidades dietéticas del organismo. (OMS, s.f.)

Análisis de los alimentos: Procesos analíticos para conocer los componentes, orgánicos e inorgánicos, contenidos en un determinado alimento, lo que permitirá predecir su valor como aportador de principios nutritivos al animal.

ASH: Cenizas, materia mineral. (Misayaka, 2003)

ATP: Adenosín trifosfato (Universidad de Chile, 2021)

Bioquímica: Ciencia que estudia las bases moleculares y los procesos químicos de los sistemas biológicos tales como células, tejidos, órganos, compartimientos y aparatos. (Demicheli, 2010)

Catalización: Un catalizador es una sustancia que se puede añadir a una reacción para aumentar la velocidad de reacción sin ser consumida en el proceso. Los catalizadores aceleran una reacción al disminuir la energía de activación o al cambiar el mecanismo de reacción. (Khan Academy, 2018)

Ciclo de Krebs: Serie de reacciones bioquímicas fundamentales que ocurren en las células de los seres vivos, incluyendo los humanos. Este ciclo juega un papel crucial en el metabolismo celular, ya que es una vía central para la producción de energía en forma de adenosín trifosfato (ATP). (Clinica universidad de navarra, 2023)

CMS: Cantidad de materia seca. (Misayaka, 2003)

CP: Proteína cruda. (Misayaka, 2003)

DCAD: Diferencia de aniones y cationes dietéticos. (McDonald et)

Dieta: patrón general de alimentación de una persona o población. Una dieta está compuesta por los alimentos y bebidas consumidos de manera regular, así como por los patrones de ingesta y elecciones alimentarias. (OMS, s.f.)

EM: Energía metabolizable (Misayaka, 2003)

Energía: Puede definirse como la capacidad de realizar un trabajo. (Introduccion al metabolismo, 2024)

ENm: Energía metabolizable para mantenimiento (Misayaka, 2003)

ENMg: Energía metabolizable en gramos para crecimiento. (Misayaka, 2003)

Enzimas: Se define como un catalizador biológico. Es una proteína que acelera la velocidad de una reacción química específica en la célula. (institute, 2024)

FAT: Masa grasa o grasa bruta. (Misayaka, 2003)

FND de forraje: Fibra neutro detergente de forraje. (Misayaka, 2003)

FND: Fibra detergente neutro (Misayaka, 2003)

Glucosa: Monosacárido con fórmula molecular $C_6H_{12}O_6$. aldosa, esto es, el grupo carbonilo está en el extremo de la molécula (es un grupo aldehído). (Araica., 2015) (tejedor., 2007)

Metabolismo: Secuencia o sucesión de procesos bioquímicos que tiene lugar en los seres vivos. (McDonald et)

Ms: Materia seca. (Misayaka, 2003)

NCF: Carbohidratos no fibrosos. (Misayaka, 2003)

Nutrición: Es la suma de los procesos mediante los cuales un animal ingiere y utiliza todas las sustancias requeridas para su mantenimiento, crecimiento, producción o reproducción (INATEC, 2016)

Nutrientes: Los nutrientes son las sustancias químicas que contienen los alimentos que consumimos de los cuales obtenemos la energía necesaria para realizar todo tipo de función vital y tener una vida sana. (OMS, s.f.)

Órganos ruminales: Son cavidades sin estructuras glandulares (es decir, no emiten secreciones). Están preparadas para la función fermentativa bacteriana y la absorción de nutrientes. (Laboratorio proagro, 2009)

Oxidación: es una reacción en la que hay una transferencia de electrones entre especies químicas (los átomos, los iones o las moléculas que intervienen en la reacción). (khan academy, 2018)

PB: Proteína bruta. (Misayaka, 2003)

RDP: Proteína degradable en rumen. (Misayaka, 2003)

Requerimientos nutricionales: son un conjunto de valores de referencia de ingesta de energía y de los diferentes nutrientes, considerados óptimos para mantener un buen estado de salud y prevenir la aparición de enfermedades, tanto por su exceso como por su defecto. (OMS, s.f.)

Rumen: El rumen es un saco musculoso que se extiende desde el diafragma hasta la pelvis. (Misayaka, 2003)

RUP: Proteína utilizada en rumen. (Misayaka, 2003)

SP: Proteína soluble. (Misayaka, 2003)

ST: Total de almidón. (Lopez, 2024)

SUGAR: Azúcar (Misayaka, 2003)

TN: Total de nutrientes. (Misayaka, 2003)