

Estudio de indicadores micromorfológicos y funcionales en duodeno y yeyuno

2) Resumen:

Este trabajo constituye uno más de una serie que se ha desarrollado con la finalidad de identificar evidencias que expliquen las causales de las diferencias entre dos modelos nutricionales en terneros de crianza artificial: uno alimentado con sustituto lácteo y otro tratado con el producto Ruter®

El marcado enfoque histofisiológico que ha tenido todo el estudio nos obliga a efectuar una introducción que marque cuestiones anatómicas, histológicas y fisiológicas relacionadas con las conclusiones a las que hemos arribado.

Se detalla el modelo experimental y sus etapas de verificación y muestreo.

Se miden y comparan indicadores que se han identificado como relevantes mediante la observación de muestras con el uso de microscopía óptica.

Se analizan los resultados y se procede a su interpretación manteniéndose fiel el enfoque de dar a los hechos la más adecuada respuesta a partir de los actuales conocimientos sobre fisiología y fisiopatología del órgano considerado.

3) Introducción:

El intestino delgado se origina en el orificio pilórico del abomaso al nivel de la 10° costilla y ocupa en todas sus partes el plano medio derecho del abdomen estando en contacto con la cara derecha del rumen. En el adulto mide unos 40 metros de longitud.

El duodeno (primera porción) mide aproximadamente 1 metro; se dirige inicialmente hacia dorsal y anterior alcanzando la cara visceral del hígado al que se une por el omento menor formando por debajo del riñón derecho una cursa en forma de ese (asa sigmoidea) dirigiéndose luego hacia atrás hasta la altura de la tuberosidad coxal donde cambia de dirección nuevamente hacia delante formando la flexura ilíaca, se extiende luego en dirección oral tomando contacto con la porción terminal del colon y se une a la porción mesentérica.

Aquí se inicia el yeyuno e íleon con un manajo de asas pendiendo del mesenterio en forma de guirnalda que desembocan en el ciego a través de la válvula ileocecal.

La topografía microscópica del duodeno y yeyuno aunque con algunas diferencias pueden considerarse de modo conjunto.

Las desembocaduras de los conductos biliar y pancreáticos en los bovinos están separadas y se ubican a nivel de la porción ventral de la cursa en forma de ese.

Sus capas son las mismas que las encontradas a lo largo de todo el tubo digestivo:

Una porción luminal conformada por la membrana mucosa con su lámina propia rica en vasos linfáticos y sanguíneos y superpoblada por células capaces de captar antígenos y destruirlos o de producir anticuerpos que se mezclan superficialmente con la producción mucus de una de las líneas celulares con especialización funciona. Desarrollar el interesante y complicado sistema de inmunovigilancia que se desarrolla en la lámina propia supera las necesidades de este trabajo, con todo su estudio e interpretación es parte de otra línea de estudio de nuestros equipos. En esta lámina propia el eosinófilo es un poblador constante y al parecer importante; produce la denominada *proteína mayor eosinofílica* con demostradas funciones durante la inflamación y los sucesos inmunitarios; con todo al parecer mantendría relaciones sinérgicas con todo el complejo neuroendocrino que gobierna la vida y actividad de la mucosa gastroentérica.

Una muscular de la mucosa la separa de un tejido submucoso rico en tejido conjuntivo laxo y muy vascularizado con estaciones linfáticas (nódulos linfoides intestinales) que aportan los elementos para la inmunovigilancia. En esta submucosa se encuentran las estaciones ganglionares del plexo de Miessner que relaciona mediante filetes nerviosos el plexo mioentérico con el aparato endocrino de las mucosas conformando una especialización del sistema nervioso autónomo.

Dos capas musculares de tipo liso, la interna circular y la externa longitudinal cubiertas externamente por una serosa que deriva de los repliegues mesentéricos del peritoneo conforman la parte externa del órgano. Entre las dos capas musculares se expande el plexo nervioso de Auerbach que relaciona el sistema nervioso central; división autónoma, con el plexo submucoso y con el aparato endócrino mucoso.

Dada la doble función de digestión y absorción que le compete la capa mucosa es la que ha tenido en este estudio la mayor atención.

Los vasos arteriales penetran en la pared del intestino delgado a nivel de la inserción mesentérica ramificándose en una abundante red arterial submucosa. De ella parten arteriolas rectas que se capilarizan en el cuerpo de las vellosidades intestinales. Estos están estructuralmente especializados con fenestraciones que miran hacia la membrana basal de los enterocitos, siendo particularmente adecuados para la rápida transferencia de elementos. En el extremo de las vellosidades se origina el plexo capilar venoso en estrecho contacto con el lecho arterial. Esta yuxtaposición arterio – venoso funciona como un sistema multiplicador a contracorriente en la vellosidad, resultando un gradiente creciente de la concentración de sodio y un gradiente de oxígeno decreciente hacia la punta de la vellosidad. La porción venosa de la lámina propia se une a una red submucosa que emite venas que abandonan la pared del intestino distribuyéndose por los pliegues mesentéricos y uniéndose para conformar la vena porta que desemboca en el hígado.

El sistema circulatorio se completa con la no menos importante red linfática que se inicia en el extremo de cada vellosidad en un saco denominado conducto quilífero central de la vellosidad, en este punto se produce la absorción de macromoléculas y de los quilomicrones constituyendo la vía principal de transporte de lípidos. Este sistema vascular linfático acompaña a la red venosa dejando el intestino a nivel de inserción mesentérica y llegando como vasos aferentes a los ganglios linfáticos mesentéricos. De estos surgen los vasos eferentes que transitan el mesenterio hasta abrirse en un tronco común en la rama posterior de la vena mesentérica que termina siendo tributaria de la vena porta. De tal modo que la linfa intestinal acaba pasando por el hígado dónde en los sinusoides transfiere los lípidos a los hepatocitos y es sometida a una depuración macrofágica por parte del sistema de Kuffer.

El diseño mucoso ha adoptado una disposición que le permite mediante pliegues y vellosidades mucosas y microvellosidades celulares ampliar de modo sorprendente la superficie de contacto con el contenido de la luz favoreciendo la actividad de absorción de los alimentos.

Aunque parezca paradójico el contenido luminal con sobreabundancia de antígenos animados e inanimados se encuentra separado del medio interno; inmunológicamente reaccional, por una sola capa de células que son sumamente lábiles y que continuamente se descaman mezclándose con el contenido del intestino.

Esta exfoliación constante es reparada por una continua repoblación celular proveniente del fondo de las glándulas intestinales.

Microscópicamente la superficie del intestino delgado se diferencia del intestino grueso por la presencia de las vellosidades intestinales, ellas son proyecciones en forma de lengüeta de la lámina propia de la mucosa; su largo y forma depende de la edad del animal, de la nutrición que recibe y del estado inmunitario frente a los antígenos luminare.

Entre medio de la base de dos vellosidades contiguas se abren las criptas intestinales o de Lieberkühn que son la desembocadura de varias glándulas en forma de largos sacos mas o menos tortuosos que se encuentran sumergidos en la lámina propia y cuyo fondo alcanza el límite de la muscular de la mucosa.

Justamente en este fondo y en la primera porción de tallo glandular se encuentran las denominadas células primordiales o compartimiento de proliferación de la mucosa intestinal. Son células con una particular capacidad para dividirse por mitosis. Los productos de su expansión celular comienzan a migrar deslizándose hacia la cripta glandular sobre una membrana basal glicoproteica que ellas mismas segregan; en la medida que avanzan hacia el extremo apical de las vellosidades se produce el proceso de diferenciación y especialización celular.

La parte externa de las glándulas están recubiertas por un anillo de fibroblastos que proliferan a nivel del fondo glandular. Este anillo progresa hacia la desembocadura de la glándula en la cripta, acompañando la migración celular epitelial interna. En el extremo de la vellosidad sufren un proceso degenerativo con lisis y sus productos tienen relación con el sistema de linfocinas que modulan la población linfocítica de inmunovigilancia de la lámina propia.

Los productos de este proceso mitótico y de diferenciación son principalmente:

- Las células oligomucosas susceptibles de dividirse amplificando su número, que producen por secreción finalmente holócrina el mucus intestinal que es rico en lisozima de su propia producción, e Ig. A y G producidas por los linfocitos B de la lámina propia constituyendo un tapiz inmunoprotector.
- Los enterocitos absorbentes que portan una abundante carga enzimática celular son los encargados de la digestión final y de la absorción de nutrientes reducidos a moléculas simples por los procesos de digestión luminal y celular, de electrolitos y de agua. Son células columnares altas de forma geométrica hexagonal al corte transversal. Poseen en su cara luminal las microvellosidades celulares que completan la ampliación de la superficie de contacto de la mucosa con el contenido intestinal. El borde superficial de estas células produce una especialización de la membrana celular de composición glicoproteica denominado "banda de cierre" que une superficialmente a las células entre sí. Esta banda permite el libre tránsito de agua y electrolitos desde la luz intestinal a la lámina propia y viceversa. La dirección y el balance final de este tránsito depende de la relación entre la presión osmótica y oncótica del contenido intestinal y la del plasma sanguíneo. Cada enterocito se relaciona con los contiguos por su membrana celular lateral, en la porción basal de esta membrana se presenta una concavidad que con las de sus vecinos terminan formando un espacio de gran significación fisiológica pues es el sitio de actividad de las ATPasa para conducir la bomba de sodio y el lugar donde los sistemas transportadores intracelulares exportan monosacáridos, aminoácidos y ácidos grasos constituyendo el punto donde realmente se produce la absorción de los nutrientes. Los enterocitos se apoyan en una membrana basal que ellos mismos sintetizan.

En el citoplasma y especialmente a nivel de las microvellosidades se encuentran las enzimas intracelulares que cumplen la función de desdoblamiento final de los productos de la digestión luminal: enteropeptidasas y dipeptidasas llevan a las sustancias carbonitrógenadas al nivel de aminoácidos absorbibles; las nucleasas y enzimas relacionadas desdoblan las pentosas y bases purínicas y pirimídicas; dipeptidasas, lactasa y alfa- dextrinasa transforman polímeros y disacáridos en monosacáridos absorbibles.

Los monoglicéridos, el colesterol y los ácidos grasos penetran en las células por difusión pasiva, luego de diversos pasos que se suceden en el retículo endoplasmático liso y rugoso terminan en el aparato de Golgi que los transforma en quilomicrones que son exportados de la células a nivel de la membrana laterobasal y captados especialmente por los quilíferos linfáticos.

- Las células enteroendocrinas constituyen la tercera población relevante del tapiz mucoso. Se originan por diferenciación de la población primordial y se ubican en el fondo y cuerpo de las glándulas en una posición preferentemente periférica estando por lo tanto con escaso contacto con la luz glandular, pero con estrecha relación con la lámina propia. Conforman con células esparcidas en otras localizaciones el denominado sistema endocrino APUD, que es captador y proveedor de importantes aminas de actividad endócrina y parácrina. Se han identificado una larga lista de estas aminas y se ha tratado de demostrar su actividad biológica. Con todo y a los fines de este estudio se hace referencia a las que evaluamos como las más importantes para nuestro propósito. La **gastrina** es producida en el abomaso, duodeno y más escasamente en el yeyuno, su función es estimular la producción de jugo gástrico ricamente ácido en el primero. Realmente no es una única sustancia, sino que constituye un complejo de polipéptidos de gran macroheterogeneidad y microheterogeneidad. Esta diversidad química está orientada a la especialización funcional tanto secretoria, motriz (interaccionando con el mediador químico del sistema autónomo gastroentérico) como trófica a nivel del abomaso. Estimula la secreción de insulina y glucagón de los islotes pancreáticos en presencia de un alimento rico en proteínas. Se la ha ubicado también en la hipófisis, cerebro y nervios periféricos siendo en estas

localizaciones de función incierta. El **péptido inhibidor gástrico (PIG)** es producido a nivel del duodeno y yeyuno. Su producción es estimulada por la entrada de glucosa y grasa proveniente del contenido gástrico. Su función es contrarrestar la actividad de la gastrina, disminuyendo la producción de jugo gástrico e inhibiendo la motilidad del órgano. Mediante este ajustado mecanismo durante la digestión se modula la calidad, cantidad y tiempo de descarga de los productos de la digestión estomacal que se vuelcan en el duodeno. Actúa de modo importante como estímulo de secreción de insulina por parte de las células B de los islotes, dependiendo para ello de la cantidad de glucosa presente en la luz intestinal. La **colecistocinina – pancreocimina (CCC-PZ o CCC)** anteriormente clasificada como dos hormonas es un péptido que producido a nivel de duodeno y primera porción de yeyuno provoca la contracción de la vesícula biliar e incrementa la secreción de jugo pancreático. Su producción aumenta con la presencia de péptidos y aminoácido en la luz intestinal, así como de ácidos grasos. Se presenta así un mecanismo de retroalimentación que favorece la digestión: la CCC incentiva el aporte de jugo pancreático y de bilis; la acción de estos degrada a unidades químicas simples que provocan una estimulación de la CCC. Como en el caso de la gastrina posee una gran variabilidad química con especialización funcional. Interactúa con la secretina para la producción de un jugo pancreático altamente alcalino. Relacionándose endócrinamente con el mediador nervioso aumenta la contracción del esfínter pilórico evitando el reflujo de contenido duodenal al estómago. Junto a la gastrina estimula la secreción de glucagón pancreático e intestinal. La **secretina** tiene el privilegio de ser la primera sustancia endócrina comprobada de origen intestinal y esto aconteció en 1902 con los estudios de Bayliss y Starling. Producida por las células APUD de la profundidad de las glándulas especialmente del duodeno aumenta la producción de bicarbonato por parte de las células de los conductos pancreáticos, aporta así un producto altamente alcalino y acuoso que neutraliza a nivel intestinal la acidez del contenido estomacal. Contribuye a las funciones de la CCC y como ella inhibe la secreción gástrica y tonifica al esfínter pilórico. Los mecanismos de disparo de secreción están dados por una dieta rica en proteínas y por la presencia de contenido ácido sobre la mucosa del duodeno. El **péptido intestinal vasoactivo (PIV)** estimula notablemente la secreción intestinal de electrolitos y por lo tanto de agua aportando un medio adecuado para la actividad enzimática luminal. Provoca vasodilatación de los vasos de las vellosidades y frena la acción de la gastrina. Su presencia ha sido evidenciada en los filetes nerviosos del intestino por lo que se supone una interacción con este. La **somatostatina** es segregada especialmente por el duodeno inhibe la secreción ácida del estómago y la del páncreas exócrino. **Glucagón** (y su transformación glicentina), **motilina**, **neurotensina**, **sustancia P**, **péptido liberador de gastrina**, y **encefalina**, son algunas de las tantas sustancias a las que se les reconoce actividad biológica a nivel intestinal; aquí se las nombra porque desarrollarlas supera los objetivos de este trabajo. Con todo téngase presente que todas las hormonas del sistema APUD gastrointestinal mantiene una relación funcional con la serotonina, producto de las células ganglionares de los plexos nerviosos submucoso y mioentérico conformando un complejo biológico reconocido pero aún no totalmente esclarecido.

4) Materiales y métodos.

El diseño del ensayo que utilizó 37 terneros en estaca de una misma guachera y origen durante los 49 días que duró la experiencia fue el siguiente:

- a) Los animales calostraron durante los cinco primeros días de vida.
- b) Al sexto día se sacrificaron tres animales identificados como “testigos lactantes”, y se dividieron los restantes en dos lotes identificados como “testigos con sustituto lácteo” (18 animales) y “terneros Ruter®” (16 animales).
- c) Los testigos con sustituto fueron alimentados con el producto comercial de ACA según sus propias instrucciones (1), y los terneros Ruter® se alimentaron siguiendo las instrucciones del fabricante (2).
- d) El muestreo se efectuó en seis períodos y el plan de necropsias programado es el que se muestra en el siguiente cuadro:

Etapa	Día de ensayo	Testigos lactantes	Testigos con sustituto lácteo	Terneros Ruter®
1º	5º	3	0	0
2º	18º	0	3	5
3º	26º	0	2	4
4º	34º	0	3	3
5º	39º	0	3	4
6º	49º	0	7	0
Animales estudiados	Total	3	18	16

e) El duodeno y yeyuno se muestrearon de modo estandarizado durante las necropsias. El intestino delgado fue separado de su unión del abomaso y desbridado de las inserciones pancreáticas y mesentéricas. Se los abrió con tijera a lo largo obteniéndose piezas de 4 cm. de largo al encontrar la primera placa de Peyer; tomando este trozo como muestra de duodeno. Se continuó abriendo el tubo intestinal y se tomó un trozo del mismo tamaño a 15 cm. de la última placa de Peyer que se visualizara; tomando a este como muestra de yeyuno. Las muestras se colocaron en Formol al 10% extendidos sobre planchas de cartón corrugado y fijados en sus extremos con agujas hipodérmicas para evitar su deformación. Las muestras se entregaron al Laboratorio dentro de las 24 horas de su obtención.

El proceso de laboratorio consistió en reducción de tres piezas por muestra, refijación por 24 horas en Formol al 10% y proceso conducente a la obtención de bloques incluidos en parafina. Se seleccionó un taco y se obtuvieron tres cortes de 3 micrones con 100 micrones de separación entre uno y otro, se montaron en portaobjetos silenizados dobles para someterlos a las coloraciones de Hematoxilina de Mayer – Eosina, Tricrómico de Van Gieson e Impregnación Argéntica de Del Río Hortega con y sin reducción con Formol al 1%. Los cortes se observaron en un microscopio trinocular Olympus CX 40 y las imágenes se levantaron con la utilización una cámara digital Olympus C-3000 montada sobre sus adaptadores y se procesaron en el programa Microsoft Photo Editor archivándose bajo formato JPEG. Para efectuar las mediciones se incorporó un retículo micrométrico en uno de los oculares del microscopio.

5) Desarrollo.

Como ha sido una constante en toda la experiencia, hemos analizado la información mediante dos procedimientos básicos: primeramente una observación microscópica ordenada y general de los cortes histológicos y luego la selección y medición de marcadores tisulares y celulares que hemos seleccionado como importantes según el órgano considerado. Los datos relevados por la segunda metodología fueron luego sometidos a tratamiento estadístico para comprobar su grado de significancia.

En el cuadro siguiente se detallan los correspondientes al duodeno y yeyuno que son considerados en conjunto.

Número	Indicador	Parámetro y aumento de observación
(I)	Enteritis (x)	Valor (1) Presencia Valor (2) Ausencia Objetivos x 10 y x 40.
(II)	Número de eosinófilos por campo	Recuento de células con Objetivo x 40.
(III)	Evaluación de la acidofilia de las células glandulares (xx)	Observación objetiva: Valor 1. Leve Valor 2: Moderada Valor 3: Marcada

		Objetivo x 40
(IV)	Número de mitosis por campo	Recuento de figuras mitóticas. Objetivo x 40
(V)	Evaluación de la granulación citoplasmática de las células glandulares (xxx)	Observación objetiva: Valor 1: Leve Valor 2: Moderada Valor 3: Marcada
(VI)	Número de células argentófilas por campo (xxx)	Recuento con objetivo x 100
(VII)	Evaluación de carga de gránulos en las células argentófilas (xxx)	Observación objetiva: Valor 1: gránulos dispersos en el citoplasma Valor 2: granulación condensada en el citoplasma Valor 3. granulación condensada que no permite distinguir el núcleo celular.
(VIII)	Número de células argentafines por campo (xxxx)	Recuento con objetivo x 100
(IX)	Evaluación de carga de gránulos en las células argentafines (xxxx)	Observación objetiva: Valor 1: gránulos dispersos en el citoplasma Valor 2: granulación condensada en el citoplasma Valor 3. granulación condensada que no permite distinguir el núcleo celular.

(x) Este indicador no fue tenido en cuenta durante el diseño de la prueba, su inclusión fue resuelta luego de las observaciones microscópicas. En el punto (6) se explicitan los motivos e interpretaciones a las que arribamos.

(xx) Coloraciones utilizadas: Hematoxilina – Eosina y tricrómico de Van Gieson.

(xxx) Coloración utilizada: Impregnación argéntica de Del Rio Hortega con reducción con formol al 1%.

(xxxx) Coloración utilizada: Impregnación argéntica de Del Rio Hortega sin reducción.

Los resultados de las observaciones estandarizadas se registran en el siguiente cuadro:

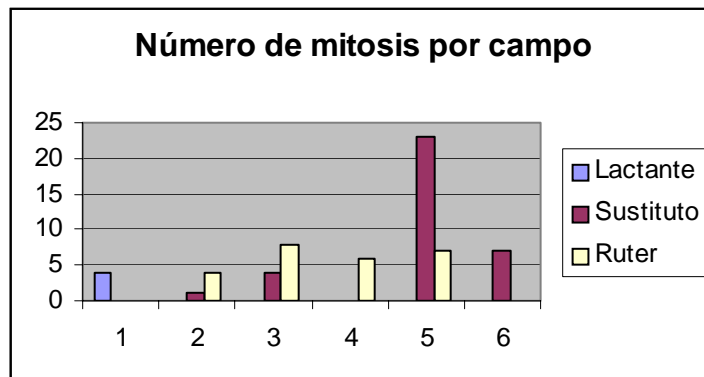
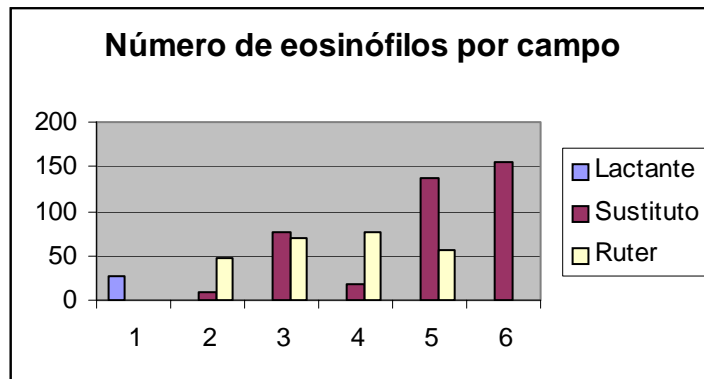
Indicador	Etapa										
	1º Lactante	2º		3º		4º		5º		6º	
		SL	R	SL	R	SL	R	SL	R	SL	R
(I)	2	1	2	1(3)	2 (1)	1	2	1	2 (2)	1	
(II)	26	9	48	77	70	18	76	136	56	156	
(III)	2 (4)	1 (7)	3 (5)	1	2	1	3	2 (8)	3 (6)	1 (9)	
(IV)	4	1	4	4	8	1,6	6	23	7	7	
(V)	1	1	2 (10)	1	3 (11)	1	3	1	3 (12)	1(13)	
(VI)	0,66	0,66	1,83	0,55	3	0,22	2,77	0,33	3,5	1	
(VII)	1	1	1 (14)	1	2 (15)	1	3	2 (17)	3 (16)	2	
(VIII)	0,55	0,44	2,33	0,66	3,25	0,50	3,66	0,16	3,25	0,38	
(IX)	1	1	2 (18)	1	2 (19)	1	3	2 (21)	3 (20)	1 (22)	

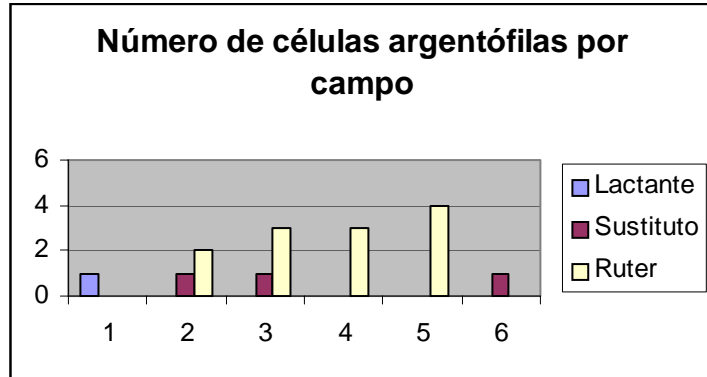
(1) En una de cuatro muestras: presencia

(2) En una de cuatro muestras: presencia

(3) En una de tres muestras: ausencia

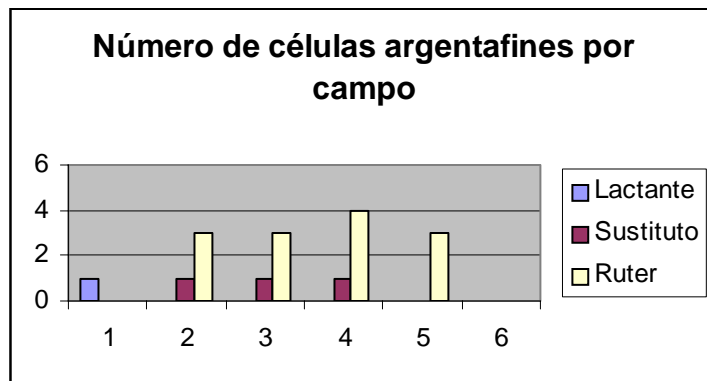
- (4) En una de tres muestras: leve
- (5) En dos de cinco muestras. Moderada
- (6) En una de cuatro muestras: moderada
- (7) En una de tres muestras: moderada
- (8) En una de tres muestras: leve
- (9) En dos de siete muestras: moderada
- (10) En una de cinco muestras: leve
- (11) En una de cuatro muestras: moderada
- (12) En una de cuatro muestras: moderada
- (13) En dos de siete muestras: moderada
- (14) En dos de cinco muestras: valor 2
- (15) Se ha tomado el valor mas bajo; en dos de cuatro muestras: valor 3
- (16) En una de cinco muestras: valor 2
- (17) En una de tres muestras: valor 1
- (18) Dos de cinco muestras. Valor 1
- (19) Se ha tomado el valor mas bajo; en dos de cuatro muestras: valor 3
- (20) En una de cuatro muestras: valor 2
- (21) En una de tres muestras: valor 1
- (22) En una de siete muestras: valor 1





Nota: con la finalidad de que se mostraran las barras se hizo aproximación a la unidad inmediata superior para cada valor de la tabla.

Idem nota anterior



6) Discusión y conclusiones:

De todos los indicadores tabulados hubo uno que no habíamos previsto en el diseño de la experiencia y es el que marca la presencia de algún grado de proceso inflamatorio a nivel de la mucosa. Dada la constancia de este hallazgo en los animales alimentados con sustituto lácteo decidimos incluirlo debido a que el análisis de sus consecuencias tiene estrecha relación con los demás indicadores microscópicos, con los hallazgos de las necropsias y con los datos de rendimiento entre las poblaciones comparadas.

El intestino en todas sus porciones recibe continuamente un fenomenal bombardeo antigénico proveniente de sustancias que componen el alimentos y de antígenos inanimados y animados que provienen del medio externo.

La frontera entre lo "normal" y lo "patológico", en algunas ocasiones, constituye en este órgano una franja muy delgada.

Con todo se ha logrado, para su delimitación, tomar algunos elementos como base para llegar al diagnóstico.

El epitelio glandular y el de las vellosidades están naturalmente programados para cumplir un ciclo que tiene una etapa de expansión mitótica en el fondo glandular, de diferenciación celular con especialización funcional en el tallo y de descamación por envejecimiento celular en el ápice de la vellosidad. Este constante ciclo se calcula que tiene un tiempo de proceso de entre 4 a 7 días.

La expansión mitótica está regulada por la tasa de descamación y por estímulos de origen neurohormonal. Cuando el epitelio sufre agravios y aumenta su tasa de exfoliación y no habiendo sido alterado por el agente etiológico (virus, radiaciones) el compartimento proliferativo la respuesta

es un alargamiento de la longitud de las glándulas y un aumento en la cantidad de células que se encuentran en capacidad de multiplicarse.

Otro mecanismo compensador es el acortamiento de las vellosidades de tal modo que es menor la superficie en la que hay que asegurar recubrimiento celular.

En este estudio no se eligió el largo de las vellosidades y su forma como indicador por encontrar que la observación con microscopio óptico arroja información no consistente. La técnica indicada es la observación con microscopio electrónico de barrido que no hemos incorporado a nuestro protocolo de trabajo.

Estos métodos compensatorios que buscan mantener la integridad de la superficie intestinal no son gratuitos: disminuye la superficie de absorción junto a la capacidad para captar nutrientes predigeridos por las enzimas lumbales y el acelerado tránsito resiente el proceso de diferenciación dando células con poco nivel de capacitación fisiológica.

Con las técnicas de coloración histológica convencionales esto se evidencia por la disminución de la acidofilia citoplasmática y aumento de la basofilia celular.

Este dato lo hemos relevado utilizando el indicador (III), en ningún momento de la prueba los terneros que recibieron sustituto lácteo llegaron a una situación de óptima marcación tintorial, de lo que se infiere que los enterocitos absorbentes tenían menor capacidad funcional.

El análisis de la cantidad de células en mitosis (IV) por campo en las dos poblaciones demuestra que los terneros tratados con Ruter® mantuvieron una tasa estable y de aumento progresivo que acompaña al crecimiento del órgano. El valor obtenido en la etapa 2 fue idéntico al encontrado en los terneros lactantes.

En cambio la curva que manifestaron los que recibieron sustituto lácteo en primer lugar tiene la media elevada en aproximadamente un 20% respecto a los terneros con Ruter® y las fluctuaciones son exageradamente amplias respondiendo al hecho que la expansión mitótica de modelo "patológico" no tiene una modulación estrecha y el valor de los hallazgos depende de factores aleatorios que responden al doble juego de susceptibilidad de los radicales de membrana de las células parenquimatosas y la cantidad de disparadores humorales mitogénicos. Esto da como resultado una "onda mitótica" no armónica y con media desplazada a la derecha.

Del mismo modo la cantidad de eosinófilos en la lámina propia (II) debe ser interpretada de modo similar. El eosinófilo es un habitante regular en la mucosa intestinal bovina. En estado de "normalidad" su cantidad por unidad de superficie se mantiene entre márgenes más o menos estrecho; en presencia de nosógenos de inducción alérgica de origen alimentario los valores aumentan en su valor medio y muestran una dispersión mayor.

Los valores y diferencias encontradas en la población de células endócrinas entre los lotes se comprende por la necesidad de repoblar la superficie al menos con células poco diferenciadas. Con todo este hecho tiene consecuencias no despreciables: las hormonas entéricas tienen funciones parácrinas sobre el trofismo y funcionalidad glandular y por vía endógena acciones sobre órganos como el estómago, el páncreas y el hígado. Las consideraciones de estos hechos podrán encontrarse en otros trabajos de esta serie.

Los hallazgos de necropsia revelaron que el contenido intestinal entre las poblaciones era diferente: en los alimentados con sustituto lácteo el mismo era más abundante, aguachento y flatulento.

Aquí desde el punto de vista microfisiológico la interpretación a que hemos arribado toma como base los conocimientos que se tienen sobre el intercambio del agua y electrolitos entre el contenido intestinal y el medio interno.

La unicelular capa de enterocitos absorbentes asentados en su lámina basal es la diminuta separación entre los dos compartimentos.

Las células entéricas tienen en su extremo apical una especialización de membrana que permite la rápida difusión de agua y electrolitos (en especial Cl y Na arrastrados por ella) dependiendo la dirección del flujo de las diferencias en los valores de presión osmótica y oncótica que tengan los compartimentos que separan. Este modelo de especialización se encuentra en otros lugares de la anatomía en los cuales la transferencia de líquido debe ser rápida y con casi nulo gasto energético tales como la mucosa de la vesícula biliar y el epitelio de los túbulos renales.

Un aumento de la presión oncótica del contenido intestinal por reducida absorción de nutrientes proteicos marcará un aumento del flujo centrífugo del agua dando un contenido más líquido. El

nivel de la presión de origen proteico se encuentra además suplementado por el aporte de proteína endógena proporcionado por la exagerada cantidad de células que se descaman.

Si bien no está consignado en nuestro informe estandarizado, la lámina propia de los animales alimentados con sustituto se encontró hiperémica y con papilares dilatados ocurriendo lo mismo con el quilífero central de las vellosidades. Esto denota un primer estadio inflamatorio con aumento de la presión hidrostática del medio interno que contribuye a la exportación de agua endógena.

El análisis del estado del balance hidro - salino a favor de la luz intestinal se completa con la pobre diferenciación de las células absorbentes.

Si bien el tránsito de agua y electrolitos por la chapa estriada se hace prácticamente sin gasto de energía la importación de agua y electrolitos por parte del citoplasma celular se realiza en un área de especialización de membrana en la zona laterobasal de la cilíndrica célula epitelial y requiere el funcionamiento de la bomba de sodio dependiente de ATPasa y del reciclamiento constante que de ATP disponible como fuente de energía para la captación de electrolitos hacia el medio interno celular, además de intervenir en los sistemas de transportadores de monosacáridos y en los portadores de facilitación para la movilización y exportación de sustancias nitrogenadas al medio interno.

En síntesis: las cifras de ganancia de peso, velocidad de crecimiento y evaluación del estado general y del pelo encuentran en los datos aportados por este estudio una explicación racional.

Comparando las dos poblaciones, la correspondiente a los terneros alimentados con sustituto lácteo han sufrido un proceso de mala absorción y de diarrea por "afluvio" de grado leve pero de consecuencias importantes. El hecho que durante la prueba no se haya evidenciado en ninguno de los lotes estudiados el síndrome de diarrea en las deposiciones encuentra para nosotros la siguiente explicación: a pesar de transferir el intestino delgado un contenido altamente acuoso al intestino grueso, este volumen no superó la amplia capacidad que éste tiene de rescatar agua y electrolitos.

Como nota final dejamos ésta reflexión: el desarrollo de productos para la alimentación del ganado ha tenido en general un enfoque podríamos decir "estático"; se ha centrado en el cumplimiento de los requerimientos definidos para la especie, la edad y el propósito. Ha explorado poco en cuestiones "dinámicas" que dependen de las particularidades fisiológicas y microestructurales de cada porción del aparato digestivo tubular y de las glándulas anexas que aportan elementos esenciales sean estos enzimas o bilis.

Tal vez aquí se encuentre la causa raíz de los resultados encontrados al comparar dos alimentos nutricionalmente adecuados pero que interactúan de modo distinto con el complejo mecanismo que internamente comanda las acciones de la digestión y absorción de los nutrientes.

Autores:

Dres. Alejandro Lis (Coordinador) y Fernando Barra (Prueba a campo y necropsias) – Profesionales de la Asociación de Cooperativas Argentinas – San Nicolás (Pcia. de Buenos Aires)
Ing. Ago. Félix Beltramino (Tratamiento estadístico) – Cátedra de Genética y Mejoramiento Animal – Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Litoral – Esperanza (Pcia. de santa Fe)

MV Carlos J. Peralta y Vet. Paula Rejf (Estudio histológico) – Laboratorio de Cito e Histopatología - Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Litoral – Esperanza (Pcia. de santa Fe)

Esperanza, 28 de febrero de 2003.