

TECNICA QUIRURGICA DE ANASTOMOSIS ILEORRECTAL TERMINO-TERMINAL EN CERDOS EN CRECIMIENTO. AVANCES Y APLICACIONES EN CERDOS NAYARITAS

F. Grageola¹, C. Llamas¹, H. Domínguez², C. Lemus¹ y J. Ly²

¹ Universidad Autónoma de Nayarit, Ciudad de la Cultura "Amado Nervo", Tepic, Nayarit, México
email: golden77@hotmail.com y llamas2000@hotmail.com

² Instituto de Investigaciones Porcinas. PO Box 1, Punta Brava. La Habana, Cuba
email: julioly@utafoundation.org y hdominguez@iip.co.cu

RESUMEN

Se utilizó un diseño de cambio para estudiar la influencia del nivel de consumo diario (0.025, 0.050, 0.100 y 0.150 g MS/kg^{0.75}), en el flujo de digesta ileal así como las características de la digesta ileal en tres cerdos ileorrectostomizados que fueron alimentados con una dieta convencional de maíz y granos de leguminosas, preparada en forma granulada (MS, 93.2%; Nx6.25, 12%). Los cerdos eran de un cruce comercial con predominio Yorkshire x Large White, machos castrados, y pesaban 35 kg en el momento del muestreo.

Se halló que a medida que se incrementó el nivel de consumo, aumentó significativamente ($P < 0.01$) el flujo de digesta fresca (desde 22.1 hasta 132.5 g/hr) y seca (desde 3.4 hasta 18.8 g/hr), mientras que la concentración de MS en la digesta ileal y la digestibilidad ileal de MS parecieron presentar un mínimo no significativo ($P > 0.05$) cuando el nivel de consumo fue 0.050 g MS/kg^{0.75}. La salida fecal tanto en base fresca como en base seca no mostró efecto de tratamiento. La digestibilidad de la MS ileal pareció estabilizarse entre 0.100 y 0.150 g MS consumida/kg^{0.75} (72.2-76.2%).

Se sugiere que los cerdos en crecimiento preparados quirúrgicamente con una anastomosis ileorrectal término-terminal, en el laboratorio de fisiología nutricional de la Universidad de Nayarit responden con índices de digestión equivalentes a los de otros sitios.

Palabras claves: cerdos, anastomosis ileo-rectal, digestibilidad ileal, nivel de consumo

Título corto: Anastomosis ileorrectal en cerdos

SURGICAL TECHNIQUE OF ILEO-RECTAL, END-TO-END ANASTOMOSIS IN GROWING PIGS. ADVANCES AND APPLICATIONS IN NAYARIT PIGS

SUMMARY

A changeover design was utilized to study the influence of daily feed intake (0.025, 0.050, 0.100 and 0.150 g DM/kg^{0.75}) on ileal flow of digesta and ileal digesta characteristics in three ileo-rectomized pigs fed on a conventional diet based on maize and legume grains, prepared in pellet form (DM, 93.2%; Nx6.25, 12%). The animals were from a commercial cross, predominantly Yorkshire x Large White, castrated males, with an initial 35 kg live weight in the commencement of sampling exercises.

It was found that as long as feed intake was increased, the flow of ileal digesta was increased, either in fresh (from 22.1 to 132.5 g/hr) or in dry basis (from 3.4 to 18.8 g/hr) respectively, whereas the water:DM ratio in ileal digesta and DM digestibility appeared to attain a minimum when the level of feed intake was 0.050 g DM/kg^{0.75}. Ileal DM digestibility appeared to attain a plateau between 0.100 and 0.150 g DM intake/kg^{0.75} (72.-76.2%).

It is suggested that there is a correspondence of digestion indices between those from the University of Nayarit and other sites, when these values were determined in growing pigs surgically modified with an end-to-end ileorrectal anastomosis, as those prepared at the laboratory of nutritional physiology.

Palabras claves: pigs, ileo-rectal anastomosis, ileal digestibility, feed intake level

Título corto: Ileo-rectal anastomosis in pigs

INTRODUCCION

El uso de técnicas quirúrgicas para estudiar procesos digestivos en cerdos se hace cada día más común con vistas a hacer más eficiente el aprovechamiento de las raciones, tanto convencionales como alternativas (Ly 2008). El procedimiento de estudiar la digestibilidad in vivo, hasta el íleon terminal, es básico para conocer cuantitativamente el verdadero

aprovechamiento de los ácidos grasos y aminoácidos de las dietas, puesto que se sabe que en el intestino grueso, estos compuestos sufren transformaciones originadas por la actividad fermentativa de la microflora indígena (Ly 2008). Entre los métodos más novedosos, prácticos y de bajo costo, se destaca el de la anastomosis ileorrectal, ya que si bien el

procedimiento quirúrgico es relativamente largo, ello se compensa en gran medida por la larga vida de los animales modificados anatómicamente (Domínguez et al 2000), cosa que no suele ocurrir con los canulados en íleon, fundamentalmente debido a la pérdida de las cánulas por efecto generalmente mecánico (Alimon y Farrell 1980).

El objetivo del presente experimento fue evaluar la técnica quirúrgica ileorrectal término-terminal en cerdos en crecimiento mediante la determinación del efecto del nivel de consumo en características del flujo de digesta ileal y en la digestibilidad ileal.

MATERIALES Y METODOS

Se desarrolló la técnica de anastomosis ileorrectal en la variante de unión del íleon al recto en forma término-terminal, en seis cerdos de cruce comercial (predominantemente YxL) machos castrados con un peso promedio de 25 kg. Se hicieron modificaciones al procedimiento quirúrgico que consistieron fundamentalmente en el proceso de anestesia, en contraste con el procedimiento original francés (Green et al 1987), modificado posteriormente al aplicar colotomía (Domínguez et al 2000). También se hicieron ajustes en el período postoperatorio, que se extendió a tres meses.

Los animales fueron alojados en jaulas de metabolismo al concluir el acto quirúrgico y a partir de ese momento, hasta que se hicieron las mediciones de índices digestivos. Las jaulas estuvieron colocadas en un establo abierto con muros protectores.

La prueba se diseñó para utilizar tres de los cerdos ileorrectostomizados, con 35 kg peso promedio, para determinar el flujo de digesta ileal mediante procedimientos convencionales (Tolón et al 2007). Los animales fueron alimentados con una dieta de maíz y granos de leguminosa en forma granulada cuya composición fue MS, 93.25%, cenizas, 5.92; materia orgánica, 94.08; Nx6.25, 12% según análisis de la AOAC (1990). La dieta se suministró una vez al día, a las 9:00 am, y constituyó al azar un nivel de consumo bajo: 0.025, 0.050, o alto: 0.100 y 0.150 g MS/kg de peso metabólico ($\text{kg}^{0.75}$) en base seca, en un diseño de cambio. El cambio del nivel de consumo se hizo cada cuatro días. El agua fue provista ad libitum por bebederos del tipo tetina.

Inmediatamente que se brindó la ración a los cerdos se comenzó la recolección de la digesta ileal, en períodos de dos horas durante las primeras 12 horas de día, y posteriormente se hizo una recolección de 12 horas adicionales para completar un ciclo de 24 horas continuas. En cada una de las muestras que se colectó, se midió el pH con un electrodo de vidrio, mientras que la MS de la digesta ileal se determinó en todas las muestras por secado en horno de microonda hasta peso constante (Undersander et al 1993).

El efecto del nivel de consumo sobre las características del flujo de digesta ileal y digestibilidad de MS se determinó por análisis de regresión (Draper y Smith 1981; Steel et al 1997). Por otra parte, los datos se agruparon para comparar mediante la técnica de análisis de varianza, el nivel bajo (0.025 y 0.050 g MS/ $\text{kg}^{0.75}$) con el nivel alto (0.100 y 0.150 g MS/ $\text{kg}^{0.75}$), sin considerar el efecto animal.

RESULTADOS

El experimento se ejecutó durante marzo de 2008 en las instalaciones de la Facultad de Agricultura de la Universidad, en Xalisco, en un ambiente seco a una altura de aproximadamente mil m sobre el nivel del mar, y con temperaturas mínimas y máximas de aproximadamente 7 y 27°C.

Uno de los animales tuvo que ser eliminado del experimento por presentar anorexia, y con posterioridad, durante la necropsia tras la muerte, se encontró una invaginación en el intestino delgado. Esto coincidió con una desacostumbrada manipulación visceral durante el acto quirúrgico. Los datos corresponden a los otros dos animales, que no mostraron ninguna anomalía en su salud. Durante el transcurso del trabajo, estos cerdos se encontraron en balance positivo de peso corporal.

Se hizo evidente que el flujo medio de digesta ileal se elevó sustancialmente con el aumento del consumo de alimento. Se halló que a medida que se incrementó el nivel de consumo, aumentó el flujo de digesta fresca (desde 22.1 hasta 132.5 g/hr). En la figura 1 se muestra la evolución logarítmica de este flujo, que mostró un alto valor para el correlación ($R^2 = 0.970$; $P < 0.01$).

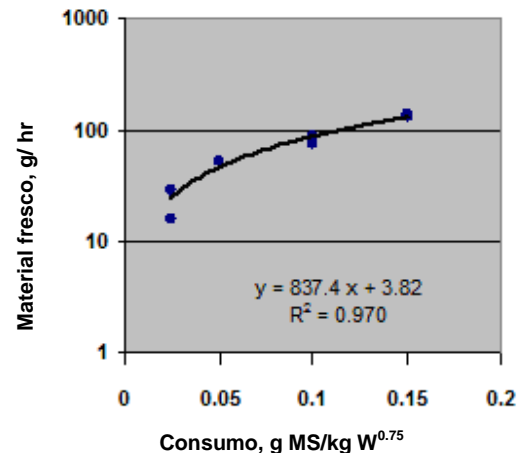


Figura 1. Flujo de digesta ileal en cerdos con consumos variables de alimento

En línea con lo anterior, se observó que el flujo medio de digesta ileal seca varió igualmente de una manera muy dependiente del nivel de consumo del alimento. En la figura 2 aparece la expresión de la evolución del flujo medio de digesta ileal seca, que fue desde 3.4 hasta 18.8 g/hr. En esta oportunidad se halló una dependencia lineal significativa ($R^2 = 0.940$; $P < 0.01$).

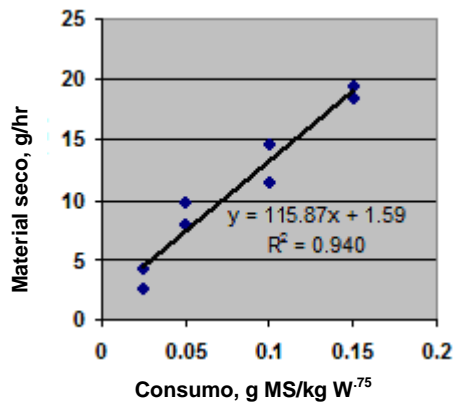


Figura 2. Flujo de MS ileal en cerdos con consumos variables de alimento

Otros datos relacionados con las características del flujo ileal de digesta se presenta en el anexo 1, mientras que el resultado del análisis de varianza aparece en la tabla 1. Se halló que la concentración de MS en la digesta ileal presentó un máximo cuando el nivel de consumo de alimento fue de 0.050 g MS/kg^{0.75}. Sin embargo, el valor medio diario de MS ileal fue casi igual cuando se comparó un consumo alto con otro bajo del mismo alimento. Aparentemente, no hubo efecto de tratamiento en el pH de la digesta ileal de los cerdos, que fue algo ácida.

Tabla 1. Flujo de digesta ileal de cerdos illeorrectostomizados. Influencia del nivel de consumo diario de alimento

	Consumo, MS/día ¹		EE ±
	Bajo	Alto	
n	4	4	-
Flujo, g/hr²			
Material fresco	37.4	106.3	18.50**
Material seco	6.13	15.90	2.12**
MS, %	16.03	15.18	1.02
pH	6.24	6.22	0.27

¹ El consumo bajo corresponde a 0.025 y 0.05 g MS/kg W^{0.75} y el consumo alto corresponde a 0.10 y 0.15 g MS/kg W^{0.75}

² Corresponde al promedio de siete muestras por cerdos en dos animales (n = 14) en un ciclo de 24 horas

** P<0.01

Se halló que la salida diaria de digesta ileal tanto en base fresca como en base seca, así como la digestibilidad ileal de MS no parecieron estar influidos significativamente (P<0.05), por el aumento del consumo diario de MS de los animales (tabla 2). Los datos correspondientes a los cuatro niveles de consumo evaluados (anexo 2) parecieron mostrar un comportamiento curvilíneo (R², 0.688), aunque no significativo (P<0.05), para la digestibilidad ileal de MS, que se estabilizó cuando el nivel de consumo estuvo entre 0.10 y 0.15 g MS/kg^{0.75}, después de presentar un mínimo cuando el nivel de consumo fue de 0.050 g MS/kg^{0.75}. Para este nivel de consumo, la salida de material fresco y agua fue máxima.

Tabla 2. Salida de digesta ileal y digestibilidad ileal de MS de cerdos illeorrectostomizados. Influencia del nivel de consumo diario de alimento

	Consumo, MS/día ¹		EE ±
	Bajo	Alto	
n	4	4	-
Salida, g/kg de MS ingerida¹			
Material fresco	1 868	1 696	166
Agua	1 563	1 438	134
Material seco	305	258	37
Digestibilidad de MS, %	69.6	74.2	3.6

¹ El consumo bajo corresponde a 0.025 y 0.05 g MS/kg W^{0.75} y el consumo alto corresponde a 0.10 y 0.15 g MS/kg W^{0.75}

² Corresponde al promedio de siete muestras por cerdos en dos animales (n = 14) en un ciclo de 24 horas

DISCUSION

En un estudio con cerdos provistos de cánula reentrante en íleon, Braude et al (1976) encontraron que el pH estuvo entre 7.14 y 7.33. Estas cifras son considerablemente más altas que las publicadas aquí, que reflejan una reacción más bien ácida de la digesta ileal. Braude et al (1976) informó que en los cerdos estudiados en Shinfield, el agua de bebida poseía un pH de 7.6. En contraste, el pH del agua en Xalisco fue de 5.88. En el estudio con cerdos alimentados igualmente con cereales, Graham y Aman (1986) insistieron en que el pH de la digesta ileal fue muy constante, variando entre 6.5 y 7.1, mientras que Alimon y Farell (1980) informaron valores de oscilación para el pH ileal que fue más amplia, entre 6 y 8.

Ivan y Farell (1976) hallaron en 4 cerdos con cánula reentrante ileal, que el flujo de digesta fresca alcanzó un valor máximo entre 5 y 9 horas después de comer una ración diaria. En otros estudios con dos animales, Cunningham et al (1963) informaron que cuando los cerdos ingirieron cereales, el contenido ileal correspondiente a esta dieta pasó entre 3 y 12 horas después de ingerir el alimento.

Existen varios estudios sobre la variación de distintos componentes de la digesta ileal por efecto del ciclo circadiano (Ivan y Farell 1976; Graham y Aman 1987; Livingstone et al 1980; Jorgensen et al 1997), y los resultados obtenidos son difícil de ser comparados por la diversidad de condiciones experimentales. En este sentido, la metodología de trabajo, que incluye los aspectos quirúrgicos y otros como la frecuencia de muestreo, ha sido bien heterogénea, a partir de los informes correspondientes a los experimentos hechos en Shinfield (Braude et al 1976; Low et al 1978).

Como en el presente trabajo, una de las características de varios experimentos hechos con cerdos provistos de cánulas, ha sido el escaso número de animales utilizados en las pruebas. Por ejemplo, Graham y Aman (1987) emplearon cuatro animales provistos de una cánula en el íleon terminal, e hicieron muestreos en las primeras 12 horas del ciclo diario de vida, con la utilización de un marcador de digesta. Cunningham et al (1963) utilizaron dos cerdos con cánula ileal reentrante, mientras que Braude et al (1976) emplearon entre 2 y 6 cerdos. En experimentos más recientes como el de Krawielitzki et al (1990), se informó que el flujo de digesta fresca ileal fue 2.74 a 3.60 kg/día en tres cerdos preparados

con una cánula reentrante en el íleon distante. Una variabilidad tan grande entre cerdos más o menos iguales ha sido común en los estudios de fisiología de la digestión ileal (ver por ejemplo, Alimon y Farell 1980).

Otro aspecto muy variable en cerdos en los que se ha medido índices de flujo de digesta ileal, ha sido la frecuencia de alimentación, y el nivel de consumo, el cual ha sido considerablemente variado entre las distintas pruebas hechas, lo que dificulta una comparación cualitativa de los resultados que se han informado. Un incremento en la frecuencia de alimentación diaria debe conducir a una menor variación circadiana en las características de la digesta ileal (Livingstone et al 1980; Jorgensen et al 1997). Por ello, en la presente prueba, donde solamente se dio una ración diaria a los cerdos, se prefirió presentar los datos como promedios de un ciclo diario.

Aunque se esperaba que con bajos niveles de consumo de alimento, aumentara la digestibilidad ileal de MS, ello no fue evidente. En realidad, no existe consenso acerca de la influencia que pueda tener el nivel de consumo de alimento en la digestibilidad ileal de MS y distintos nutrientes. Por ejemplo, mientras que Haydon et al (1984) y Sauer et al (1982) han encontrado una proporcionalidad indirecta entre el nivel de consumo de alimento y la digestibilidad ileal de nutrientes, Albin et al (2001) no hallaron efecto alguno.

Otros equipos de trabajo (Braude et al 1976; Alimon y Farell 1980; Graham y Aman 1987; Jorgensen et al 1997), no han encontrado evidencias del efecto de la secreción endógena intestinal en la digestibilidad de nutrientes en cerdos alimentados con dietas convencionales de granos y cereales. En este experimento en particular, el bajo contenido de proteína de la dieta pudo influir hasta cierto punto sobre todo para consumos de alimento muy bajos (0.025 y 0.05 g MS/kg^{0.75}). Es posible que sea necesaria más investigación al respecto, teniendo en cuenta no solamente el nivel de consumo de alimento, sino la frecuencia con que se distribuye a los cerdos, y aún la técnica la muestreo de la digesta ileal. A este respecto, Jorgensen et al (1997) sugirieron que es muy importante el cuidado que se tenga en la recolección del contenido ileal.

Se sugiere que los cerdos preparados quirúrgicamente con una anastomosis ileorrectal término-terminal, en el laboratorio de fisiología nutricional de la Universidad de Nayarit responden con índices de digestión equivalentes a los hallados en otros sitios.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración técnica de los Sres. V. Peralta y J.L. Ponce, en el manejo y alimentación de los animales, así como en los muestreos llevados a cabo en este experimento. Igualmente se agradece a las autoridades de la Unidad Académica de Agricultura, las facilidades brindadas para la ejecución de prueba aquí presentada.

REFERENCIAS

Albin, D.M., Wubben, J.E., Smiricky, M.R. y Gubert, V.M. 2001. The effect of feed intake on ileal rate of passage and apparent amino acid digestibility determined with or without correction factor in pigs. *Journal of Animal Science*, 79:1250-1258

Alimon, A.R. y Farrell, D.J. 1980. Studies on pigs prepared with re-entrant cannulas. I. Effect of protein source on flow rates of dry matter, nitrogen and amino acids in digesta. *Australian*

Journal of Agricultural Research, 31:615-626

AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Agricultural Chemists (15th edition). Washington, District of Columbia, pp 1094

Braude, R., Fulford, R. J. y Low, A.G. 1976. Studies on digestion and absorption in the intestines of growing pigs. Measurements of the flow of digesta and pH. *British Journal of Nutrition*, 36:497-510

Cunningham, H.M., Friend, D.W. y Nicholson, J.W.G. 1963. Observations on digestion in the pig using a re-entrant intestinal fistula. *Canadian Journal of Animal Science*, 43:215-225

Domínguez, H., Díaz, C. y Reyes, J.L. 2000. Anastomosis término-terminal con colectomía en cerdos. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 7(3):54-62

Draper, N.R. y Smith, H. 1981. *Applied Regression Analysis*. John Wiley and Sons. New York, pp 709

Graham., H. y Aman, P. 1986. Circadian variation in composition of duodenal and ileal digesta from pigs fitted with t-cannulas. *Animal Production*, 43:133-140

Green, S., Bertrand, S.L., Durond, M.J.C. y Maillard, R.A. 1987. Digestibility of amino acids in maize, wheat and barley meal, measured in pigs with ileo-rectal anastomosis and isolation of the large intestine. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 41::29-43

Ivan, M. y Farrell, D.J. 1976. Flow rates of components in digesta of pigs prepared with re-entrant cannulas in the proximal duodenum and terminal ileum, and fed semipurified, hard wheat, and soft wheat diets. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 54:891-897

Jorgensen, H., Lindberg, J.E. y Andersson, C. 1997. Diurnal variation in the composition of ileal digesta and the ileal digestibilities of nutrients in growing pigs. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 74:244-250

Haydon, K.D., Knabe, D.A. y Tanksley Jr, T.D. 1984. Effect of level of feed intake on nitrogen, amino acid and energy digestibilities measured at the end of the small intestine and over the total digestive tract of growing pigs. *Journal of Animal Science*, 59:717-724

Krawielitzki, K., Hennig, U., Zebrowska, T., Kowalczyk, J. y Herrmann, U. 1990. Determination of the transit rates in different sections of the pig's intestine. *Archive of Animal Nutrition (Berlin)*, 40:17-23

Livingstone, R.M., Baird, B.A., Atkinson, T., y Croft, R.J. 1980. Circadian variation in the apparent digestibility of diets measured at the terminal ileum of pigs. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)*, 94:399-405

Low, A.G., Partidge, J.G. y Sambrook, I.E. 1978. Studies on digestion and absorption in the intestines of growing pigs. 2. Measurements of the flow of dry matter, ash and water. *British Journal of Nutrition*, 39:515-525

Ly, J. 2008. *Fisiología Digestiva del Cerdo* (C. Lemus y J. Ly, editores). Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, pp 136

Sauer, WC., Just, A. y Jorgensen, H. 1982. The influence of daily feed intake on the apparent digestibility of crude protein, amino acids, calcium and phosphorous at the terminal ileum and overall in pigs. *Zeitschrift für Tierphysiologie, Tierernahrung und Futtermittelkunde*, 48:177-182

Steel, R.G.D., Torrie, J.H. y Dickey, M. 1997. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach. MacGraw-Hill Book Company In Company (second edition). New York, pp 666

Tolón, N., Domínguez, H. y Ly, J. 2007. Flujo de digesta ileal y rectal en cerdos alimentados con niveles variables de fitasa exógena en la dieta. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 14:59-64

Undersander, D., Mertens, D.R. y Theix, N. 1993. Forage Analysis Procedures. National Forage Testing Association. Omaha, pp 154

Anexo 1. Nivel de consumo diario de alimento y flujo de digesta ileal de cerdos ilirectostomizados

	Consumo, g MS/kg ^{0.75}			
	0.025	0.050	0.100	0.150
Flujo, g/hr¹				
Material seco	3.42	8.84	13.01	18.82
MS, %	15.61	16.76	16.50	14.19
pH	6.20	6.28	6.40	6.04

¹Corresponde al promedio de siete muestras/cerdo en dos animales (n = 14) en un ciclo de 24 horas

Anexo 2. Nivel de consumo diario de alimento y salida de digesta ileal y digestibilidad de MS de cerdos ilirectostomizados

	Consumo, g MS/kg ^{0.75}			
	0.025	0.050	0.100	0.150
Salida, g/kg de MS ingerida¹				
Material fresco	1 734	2 000	1 715	1 677
Agua	1 460	1 665	1 437	1 439
Material seco	274	336	278	238
Digestibilidad, %				
Materia seca ²	72.7	66.5	72.2	76.2

¹ Corresponde a un ciclo de 24 horas en dos animales

² Valores promedios de dos determinaciones por cerdo