

Estrategias de alimentación para disminuir la producción de estiércol de vacas lecheras

William P. Weiss y Normand St-Pierre

Department of Animal Sciences

Ohio Agricultural Research and Development Center

The Ohio State University

Wooster OH 44691

El material en este artículo fue originalmente presentado en la 2009 Northeast Regional Meeting of the National Mastitis Council en Wilke-Barre, Pennsylvania

1. El mensaje principal

- La vaca lechera en lactancia promedio (30 kg de leche/día) produce alrededor de 70 kg de estiércol/día, pero esta producción depende de numerosos factores.
- El aumento de la concentración de ensilaje de maíz y la reducción de la concentración de forraje de cultivo henificable sustancialmente reducen la producción de estiércol (esto probablemente sea efecto del potasio).
- El reemplazo de la fibra dietaria por almidón disminuye la producción de estiércol.
- La alimentación con más ingredientes digestibles (híbridos de maíz para silo altamente digestibles, forrajes para heno inmaduros) reduce la producción de estiércol.
- En un tambo típico, las vacas secas y los animales de reemplazo producen cerca de 25% del estiércol. Si la capacidad de estiércol es limitante, considere el traslado de estos animales fuera del sitio.

2. Introducción

El estiércol es un subproducto inevitable de la producción de carne y leche destinados al consumo humano. La excreción excesiva de estiércol y de los nutrientes del mismo representa ineficiencias que incrementan los costos de la alimentación, aumentan el impacto ambiental de los tambos y aumentan los costos relacionados con el traslado y almacenamiento de estiércol. Las normas ambientales vigentes, por lo general, se basan

en las concentraciones de nitrógeno (N) y fósforo (P) en el estiércol y el suelo y en las tasas de remoción de N y P. El objetivo principal de este trabajo es tratar los factores que afectan la producción de estiércol, no así la excreción de N y P; no obstante, las dietas que promueven la alta producción de leche y cumplen con los requerimientos de N y P dan como resultado las más bajas cantidades de N y P excretadas por unidad de leche producida.

3. Producción de estiércol por vacas en lactancia

En base a la investigación realizada en el estado de Ohio, una vaca Holstein en lactancia promedio, que produce alrededor de 30 kg de leche por día y se alimenta a base de las dietas habituales, produce alrededor de 70 kg/día de estiércol (no se utiliza paja para cama de ganado en nuestras mediciones, de modo que el estiércol es la suma de las heces y la orina) con 12,5% de materia seca (MS), 0,59% de N, y 0,077% de P (Tabla 1). En promedio, alrededor de un tercio del peso del estiércol era orina y dos tercios estaba compuesto por las heces, pero esto puede variar notablemente. En 2009, Canadá (según las Estadísticas Agrícolas de Canadá, www.dairyinfo.gc.ca) tenía aproximadamente 1.000.000 de vacas lecheras y producía alrededor de 64.000.000 hectolitros de leche. Utilizando ecuaciones que desarrollamos, el año pasado el rodeo lácteo canadiense (excluyendo reemplazos) excretó unas 21 millones de toneladas métricas de estiércol, según se estima. Pero la cantidad producida por las vacas varía tremendamente según la ingesta de alimento, la composición dietaria, y las condiciones ambientales, tal como un clima caluroso). Podemos aprovechar esta variación y formular dietas que ocasionen menor producción de estiércol.

Tabla 1.

Estadística que describe a 15 experimentos realizados en el estado de Ohio cubriendo 315 observaciones y 67 tratamientos dietarios.

Medición	Promedio	Desviación estándar
Ingesta materia seca, kg/d	219	37
Rendimiento leche, kg/día	312	73
Heces húmedas, kg/día	448	99
Orina, kg/día	238	92
Estiércol, kg/día	686	160
Materia seca del estiércol, %	125	10
Nitrógeno del estiércol, %	59	7
Fósforo del estiércol, %	77	17

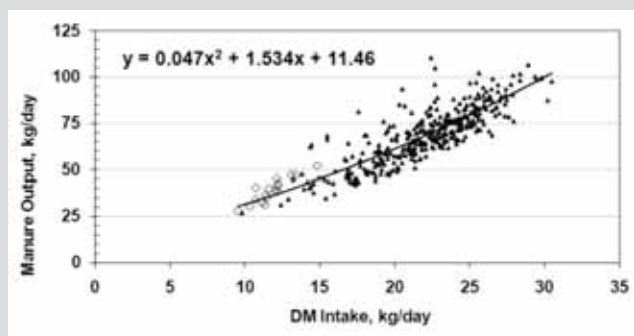


Figura 1. Relación entre la ingesta de materia seca y excreción de estiércol en vacas Holstein en lactancia. Los diamantes corresponden a los datos de vacas secas, los triángulos llenos representan las vacas en lactancia. Una ecuación lineal (línea no mostrada) se adecua casi tan bien como la función cuadrática: Producción de estiércol = $-9.5 + 3.1 \cdot$ ingesta de MS.

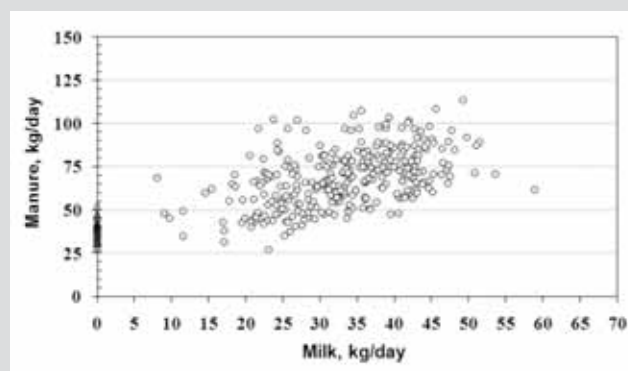


Figura 2. Relación entre la producción de leche y la producción de estiércol en vacas Holstein en lactancia y secas: Los triángulos abiertos representan los datos provenientes de vacas secas, los círculos abiertos representan los datos de vacas en lactancia. Producción de estiércol = $38 + 0.9 \cdot$ leche

3.1 Relaciones entre la producción de estiércol e ingesta y producción de leche

Han una fuerte correlación entre la producción de estiércol y la ingesta de materia seca (IMS), pero aún se produce una variación significativa (Figura 1). En nuestro juego de datos, la producción de estiércol varió en aproximadamente 35 kg/día dentro de una IMS determinada. En promedio, la producción de estiércol aumentó alrededor de 3 kg/kg de IMS, aunque esta relación no fue constante. Al aumentar la IMS de 16 a 18 kg/día ocasionó un incremento de 2,7 kg

de estiércol/kg de la mayor IMS, pero el aumento de la IMS de 25 a 27 kg/día provocó un incremento promedio de 3,5 kg/día de estiércol/kg de la mayor IMS. A medida que aumenta la ingesta, la eficiencia digestiva tiende a disminuir porque el alimento pasa a través del sistema digestivo más rápido. Dado que se necesita más agua para el tránsito de la digesta, una pequeña disminución de la digestibilidad resulta en un incremento mucho mayor de la excreción de estiércol. Si todo lo demás fuera igual, esperaríamos una digestibilidad levemente más baja a ingestas elevadas, produciendo más estiércol por kilogramo de ingesta, a

ingestas altas que a ingestas más bajas. La ingesta y la producción de leche se relacionan entre sí y, en promedio, las vacas de alta producción comen más que aquellas de baja producción. No debe restringirse la ingesta para que las vacas produzcan menos estiércol, porque probablemente también reduzcan la producción de leche. La alimentación con dietas altamente digestibles produce alta producción de leche a ingestas razonables, con razonables tasas de excreción. El monitoreo de la eficiencia del alimento (kg de leche grasa corregida por kg de IMS) es un medio de evaluar la digestibilidad de la dieta. En la mayoría de las

situaciones, la eficiencia del alimento promedio del rodeo debería rondar en 1,5 a 1,6.

Existe también una correlación entre la producción de leche y la producción de estiércol, aunque no es fuerte (Figura 2). Esto significa que podemos aumentar la producción de leche sin aumentar necesariamente la producción de estiércol. En verdad, como las vacas producen estiércol aún cuando no están en lactancia (30 a 45 kg/día), las vacas de alta producción por lo general excretan menor cantidad de estiércol por libra de leche que las vacas de menor producción. Una vaca Holstein que produce 23 kg de leche genera en promedio cerca de 59 kg de estiércol (2,6 kg de estiércol por kg de leche), pero una vaca Holstein que produce 45 kg de leche produce 80 kg de estiércol o solamente 1,75 kg de estiércol por kg de leche. Generalmente, el aumento de la producción de leche es el medio más eficaz de disminuir la producción de estiércol por unidad de leche producida.

3.2 Factores dietarios

3.2.1 Ensilaje de maíz.

El factor dietario que tuvo el mayor efecto en la producción de estiércol en nuestro juego de datos fue la proporción de ensilaje de maíz y forraje henificable (en nuestros experimentos, el ensilaje de alfalfa fue el principal cultivo henificable que se utilizó como alimento). A medida que aumentaba el porcentaje de forraje de ensilaje de maíz (dando como resultado una disminución en el porcentaje de forraje henificable) disminuía la producción de orina de manera sustancial, dando lugar a una disminución significativa de la producción de estiércol. Un aumento de 10 unidades de porcentaje en ensilaje de maíz (por ejemplo, pasando de una dieta en la cual la materia seca forrajera estaba compuesta por 30% de

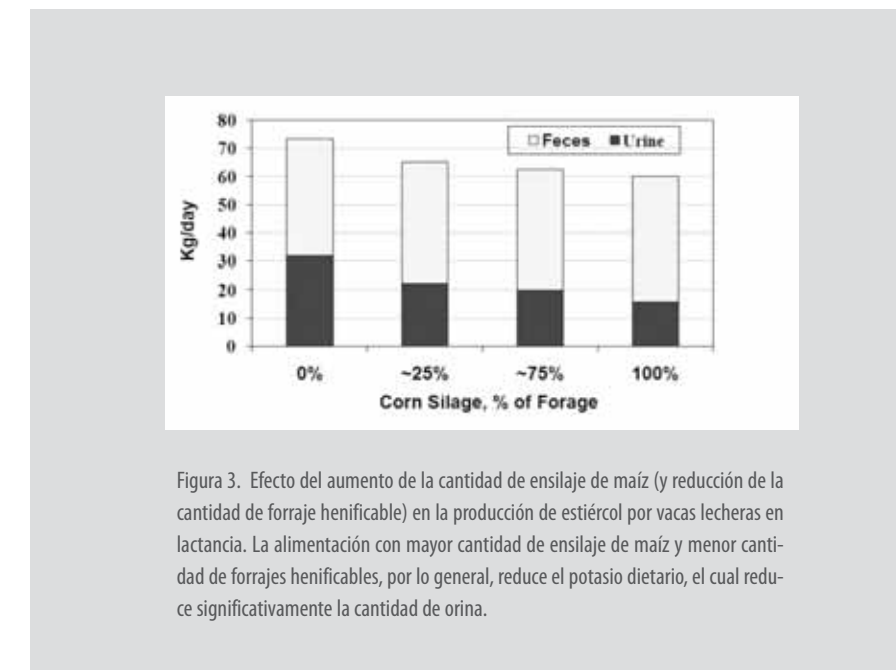


Figura 3. Efecto del aumento de la cantidad de ensilaje de maíz (y reducción de la cantidad de forraje henificable) en la producción de estiércol por vacas lecheras en lactancia. La alimentación con mayor cantidad de ensilaje de maíz y menor cantidad de forrajes henificables, por lo general, reduce el potasio dietario, el cual reduce significativamente la cantidad de orina.

ensilaje de maíz y 70% de cultivo henificable, a una dieta con 40% de ensilaje de maíz y 60% de cultivo henificable) disminuiría la producción de estiércol en aproximadamente 2 kg/día (Weiss et al., 2009). La respuesta en el estiércol total que hallamos fue esencialmente la misma que la que se informó en un estudio de Wisconsin (Wattiaux y Karg, 2004). En nuestro juego de datos, el aumento del ensilaje de maíz disminuyó la producción de orina pero tuvo poco efecto sobre la producción fecal, aunque en el estudio de Wisconsin el aumento del ensilaje de maíz redujo tanto la producción de orina como la de heces. En nuestros estudios, las vacas alimentadas con dietas a base de 100% de forraje henificable produjeron casi el doble de orina por día que las vacas alimentadas con dietas 100% ensilaje de maíz (Figura 3). La razón más probable de este efecto radica en las diferencias en las concentraciones de potasio de las dietas. El ensilaje de maíz casi siempre tiene menores concentraciones de potasio que los forrajes de cultivo para heno, entonces, a medida que aumenta el ensilaje de maíz y disminuye el cultivo para heno, las concentraciones dietarias de potasio por lo general disminuyen. Cualquier modificación de la dieta con concentraciones más bajas de pota-

sio deberían reducir la producción de estiércol principalmente a través de la reducción en la producción de orina. Dentro de un rango razonable de concentraciones de ensilaje de maíz (entre 25 y 75% de materia seca forrajera), la producción de estiércol cambiaría en aproximadamente 10 kg por día (alrededor del 14% de la producción promedio de estiércol). El aumento de ensilaje de maíz en la dieta debería reducir la producción de estiércol, pero varios estudios han demostrado que la proporción de ensilaje de maíz y ensilaje de cultivo para heno no afecta la producción de leche. Por ende, la alimentación con mayor cantidad de ensilaje de maíz debería reducir la producción de estiércol, pero poco afecta a la producción de leche.

3.2.2. Proteína

El aumento de la concentración de proteína en la dieta, por lo general, aumenta la producción de estiércol; sin embargo, en un experimento amplio que finalizamos recientemente no encontramos cambio alguno en la producción de estiércol cuando las dietas cambiaron de aproximadamente 15 a 17,7% CP (Weiss et al., 2009). En ese estudio se mantuvo constante la proteína degradable en rumen y

se modificó la proteína no degradable en rumen. En otros experimentos en los que hubo cambios en la proteína degradable y no degradable en rumen, la producción de estiércol por las vacas lecheras aumentó, en promedio, 0,9 kg/día aproximadamente, a medida que aumentó la concentración de proteína cruda dietaria en 1 unidad de porcentaje (Frank and Swensson, 2002; Wattiaux and Karg, 2004; Weiss and Wyatt, 2006). Cuando las dietas contienen gramíneas y trébol con altas concentraciones de proteína cruda y, generalmente, altas concentraciones de potasio-, la producción de estiércol puede aumentar aún más a medida que aumenta la proteína dietaria (Van Dorland et al., 2007). En forma relativa, es mucho mayor el efecto de un cambio en la proteína dietaria sobre la producción de estiércol. Sin embargo, la concentración de proteína cruda en la vasta mayoría de las dietas de alimentación de vacas lecheras varía solamente en 3 ó 4 unidades de porcentaje (es decir, la mayoría de las dietas contienen entre 14 y 18% de proteína cruda). Eso significa que el efecto total del cambio de proteína cruda dietaria sobre la producción de estiércol es bastante moderado. Si se aumenta la proteína de 14% a 18% se incrementaría la producción de estiércol en aproximadamente 3,5 kg/día (cerca del 5% de producción promedio). Por lo general, el aumento de proteína (especialmente, proteína degradable en rumen) aumenta la producción de orina con escaso efecto sobre la producción de heces; no obstante, algunas veces el incremento de la producción de orina es contrarrestada por la reducción en la producción de heces, que da como resultado un leve cambio neto en la producción de estiércol.

3.3.3. Hidratos de carbono y digestibilidad

Generalmente, la producción de estiércol aumenta a medida que sube la concentración de fibra dietaria (medida como

fibra detergente neutra, FDN). Como la concentración de FDN se correlaciona de manera negativa con la concentración de almidón en las dietas, otra forma de observar esto es proporcionando dietas más elevadas en almidón que reducirán la producción de estiércol. En general, la FDN es aproximadamente 50% tan digestible como el almidón (digestibilidad promedio del almidón = 90% y digestibilidad de la FDN promedio = 50%). En promedio, un aumento en 1 unidad de porcentaje en el almidón (que equivale aproximadamente a una reducción de 1 unidad de porcentaje en FDN) disminuye la producción de estiércol en 0,85 kg/día principalmente causado por una disminución de la producción de heces. La mayoría de las dietas para vacas lecheras en lactancia contendrá entre 20 y 30% de almidón, de modo que el cambio máximo en producción de estiércol provocado por el cambio en el almidón dietario, sería alrededor de 8 a 9 kg/día (aprox. 10% de la producción promedio de estiércol).

Otros cambios dietarios que mejoran la digestibilidad, tales como la alimentación con ensilaje de maíz de híbridos nervadura marrón, también pueden reducir levemente la producción de estiércol (alrededor de 3 kg/día) (Weiss and Wyatt, 2006). Las dietas con altas concentraciones de subproductos, tales como cascari-lla de soja, afrechillo de trigo, granos de destilería, generalmente son menos digestibles que las dietas habituales a base de harina de soja, granos de maíz y forrajes, pero las vacas a menudo consumen más materia seca cuando son alimentadas con dietas de alto contenido de subproductos, lo cual implica que la producción de estiércol puede ser mayor. En un estudio que hemos realizado, las vacas alimentadas con una dieta de alto contenido de subproductos produjeron alrededor de 5 kg/día más estiércol que aquellas alimentadas a base de una dieta más tradicional.

4. Estiércol proveniente de animales que no están en lactancia

La producción diaria de estiércol por una vaca seca o una vaquillona en crecimiento es mucho menor que la proveniente de una vaca en lactancia (Tabla 2), pero los animales que no están en producción también contribuyen al caudal de estiércol de un tambo. Suponiendo un período seco de 2 meses, aproximadamente el 16% de las vacas adultas de un tambo clásico entrará en el grupo de vacas secas. En base a intervalos promedio de parición, edad de la primera parición y porcentajes de mortalidad, un tambo tipo también tendrá de 80 a 90 reemplazos/100 vacas adultas. Suponiendo una composición de rodeo tipo y producciones de estiércol promedio, los animales que no están en lactancia producen alrededor del 25% del estiércol total generado en un tambo (Tabla 3). Por consiguiente, un método para reducir sustancialmente el volumen de estiércol en una granja radica en trasladar las vacas secas y vaquillonas a otro lugar. Factores dietarios –tales como, ensilaje de maíz, proteína y FDN- probablemente afecten la producción de estiércol proveniente de animales que no están en lactancia de manera similar que la producción de estiércol de las vacas en lactancia. Sin embargo, dado el riesgo de mayores trastornos metabólicos (vacas secas), engorde excesivo (vacas secas y vaquillonas), y costos de alimentación (vacas secas y vaquillonas), los nutricionistas no tienen mucha flexibilidad para cambiar las concentraciones de ensilaje de maíz, proteína o FDN, por lo tanto resulta improbable poder cambiar radicalmente la producción de estiércol por estos animales. En la actualidad se está investigando un nuevo método de cría de vaquillonas en varias universidades (especialmente, en la Universidad de Wisconsin y la Universidad del Estado de Pensilvania), que tiene el potencial de reducir sustancial-

Tabla 2.

Producción de estiércol promedio de diversos tipos de bovinos Holstein.

Tipo de bovino	Peso del cuerpo, kg	Leche, kg/día	Ingesta de MS, kg/día	Estiércol, kg/día
Vaca en lactanc. prom ^{1,2}	631	30	217	68
Vaca de alta produc. ²	590	45	245	80
Vaca seca ¹	755	0	104	39
Vaquillona, < 1 año ¹	150	0	34	12
Vaquillona, > 1 año ¹	440	0	83	24

1 Datos de Nennich et al. (2005).

2 Datos de estudios realizados en el estado de Ohio.

Tabla 3.

Producción diaria de estiércol en un tambo de vacas Holstein tipo con 100 vacas en lactancia.

Tipo de animal	Cantidad de animales	% del rodeo	Estiércol, kg/día	% Estiércol, total
Vacas en lactancia	100	50	6,800	76
Vacas secas	16	8	620	7
Vaquillonas, < 1 año de edad	44	22	540	6
Vaquillonas, > 1 año de edad	40	20	980	11
Total	200	100	8940	100

mente la producción de estiércol. Según este sistema, las vaquillonas son alimentadas a base de dieta de alto contenido energético, pero la ingesta se ve seriamente restringida. Los animales reciben el suficiente valor energético solamente para cumplir con los requerimientos de proporción de ganancia deseada. Los datos que actualmente se disponen no son suficientes para recomendar este método, aunque esto puede cambiar en el futuro.

5. Resumen

Con algunas manipulaciones dietarias simples, se puede reducir sustancialmente la producción de estiércol por vacas en lactancia. Por ejemplo, cambiando de una dieta elevada en forraje henificable, moderadamente baja en almidón (moderadamente alta en FDN) y elevada en proteína cruda por una dieta que sea alta en ensilaje de maíz, que contenga 75% de cultivo henificable (% de forraje en la

dieta), moderadamente alta en almidón (pero no excesivo) y moderada en proteína cruda, puede reducir la producción de estiércol del 15 a 20%. Esto tal vez no ocasione una menor excreción de nitrógeno y fósforo (es decir, nutrientes regulados) pero reducirá el costo de almacenamiento y manipulación de estiércol. Estos cambios dietarios no deberían influir sobre la producción de leche si se realizan correctamente.

Bibliografía

Frank, B., and C. Swensson. 2002. Relationship Between Content of Crude Protein Rations for Dairy Cows and Milk Yield, Concentration of Urea in Milk and Ammonia Emissions. *J. Dairy Sci.* 85:1829–1838.

Nennich, T.D., J. H. Harrison, L. M. VanWieringen, D. Meyer, A. J. Heinrichs, W. P. Weiss, N. R. St-Pierre, R. L. Kincaid, D. L. Davidson, and E. Block. 2005. Prediction of Manure and Nutrient

Excretion from Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 88:3721–3733.

Van Dorland, H.A., H.-R. Wettstein, H. Leuenberger, M. Kreuzer. 2007. Effect of supplementation of fresh and ensiled clovers to ryegrass on nitrogen loss and methane emission of dairy cows. *Livestock Sci.* 111: 57–69.

Wattiaux, M.A., K. L. Karg. 2004. Protein Level for Alfalfa and Corn Silage-Based Diets: II. Nitrogen Balance and Manure Characteristics. *J. Dairy Sci.* 87: 3492–3502.

Weiss, W.P., D. J. Wyatt. 2006. Effect of corn silage hybrid and metabolizable protein supply on nitrogen metabolism of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89:1644–1653.

Weiss, W. P., L. B. Willett, N. R. St-Pierre, D. C. Borger, T. R. McKelvey, and D. J. Wyatt. 2009. Varying forage type, metabolizable protein concentration, and carbohydrate source affects manure excretion, manure ammonia, and n metabolism of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92:5607-5619.