






Abanico Agroforestal. Enero-Diciembre 2019;1:1-11.

Artículo Original. Recibido: 20/07/2019. Aceptado: 10/11/2019. Publicado: 19/11/2019.

Empresa sustentable de producción de cerdos, ovinos y limones Sustainable company producing pigs, sheep and lemons

Guillermo Hernández-Espinoza¹, Alejandra Herrera-Corredor², Marco Rivas-Jacobo², César Ibarra Gudiño³, Rosa Lepe-Aguilar³, Sergio Martínez-González^{3*}

¹Propietario de la empresa Productora de cerdos y ovinos La Sidra. Km. 3 carretera internacional Ixtlán del Río-Guadalajara. Ixtlán del Río. Nayarit. México. ²Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Agronomía y Medicina Veterinaria. San Luis Potosí, México. ³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nayarit; Nayarit, México. *Autor de correspondencia: Sergio Martínez-González. guillermo5508.mvz@gmail.com, alejandra.herrera@uaslp.mx, marco.rivas@uaslp.mx, cesaroctavio76@hotmail.com, isela.aguilar@uan.edu.mx, sergio.martinez@uan.edu.mx.

RESUMEN

La industria porcina, obligada por los requisitos sanitarios, se ha visto en la necesidad de buscar una salida a los desechos sólidos, producidos en su operación normal, la denominada cerdaza, un recurso alimenticio disponible. A través de los años se han desarrollado diversas tecnologías tendientes a solucionar este problema por medios físicos, químicos y biológicos; como separación de sólidos, secado, fermentación, ensilado, etc. El proceso de fermentado en tambos puede ser factible su uso. En el piso se depositó la cerdaza, agregándole agua hasta alcanzar un 60% de humedad y un 10% de sorgo para acelerar al proceso de fermentación, después es depositado este producto en tambos de plásticos de 200 litros, los cuales fueron tapados con nylon y éste fijado alrededor del tambo con un hule o resorte de plástico para evitar la oxigenación. En el proceso de fermentación mínimo es de 25 días, durante el cual la cerdaza pierde el olor a cerdo. En una revolvedora se agrega la cerdaza junto con el rastrojo y otros ingredientes, obteniendo el alimento balanceado. El agua se trata en lagunas facultativas. La empresa se considera sustentable al reciclar el agua, usar el excremento de ovinos como abono y/o en la construcción de ladrillos, y usar la cerdaza fermentada como alimento para ovinos. La cerdaza es un alimento económico, palatable y nutricional para los ovinos, lo cual hace que sea un alimento de excelente calidad.

Palabras clave: reciclado, alimento, agua y abono.

ABSTRACT

The pig industry, bound by sanitary requirements, has been in need of finding a way out of solid waste, produced in its normal operation, the so-called sow, an available food resource. Over the years, various technologies have been developed to solve this problem by physical, chemical and biological means such as separation of solids, drying, fermentation, silage, etc. The process of fermentation in drums may be feasible to use. On the floor the lock was deposited, adding water to reach 60% humidity and 10% sorghum to accelerate the fermentation process, then this product is deposited in 200 liter plastic drums, which were covered with nylon and It is fixed around the hole with a rubber or plastic spring to prevent oxygenation. In the minimum fermentation process it is 25 days, during which the sow loses the smell of pig. In a stirrer, the sow is added together with the stubble and other ingredients, obtaining the balanced food. Water is treated in optional lagoons. The company is considered sustainable by recycling water, using sheep droppings as fertilizer and / or building bricks, and using fermented locks as sheep feed. The sow is an economic, palatable and nutritional food for sheep, which makes it an excellent quality food.

Keywords: recycled, food, water, fertilizer.

INTRODUCCIÓN

La industria porcina igual que la avícola, obligada por los requisitos sanitarios, se ha visto en la necesidad de buscar una salida a los desechos sólidos, producidos en su operación normal, las denominadas cerdaza y pollinaza; recursos alimenticios disponibles. Todos estos factores se han conjugado para la aparición de proyectos de engorde en estabulación, inicialmente como una forma de deshacerse de los desechos de la granja, y posteriormente como una actividad productiva con identidad propia (Sosa, 2006).

A nivel global la generación de grandes cantidades de excretas son un problema por su alto potencial de nutrimentos que contaminan el ambiente, y pueden ser un obstáculo en el futuro desarrollo de la industria animal; sin embargo, el estiércol se puede utilizar como alimento. Los rumiantes se han señalado como los animales ideales para reciclar el estiércol. En México la pollinaza se comercializa a pie de granja, o bien en grandes depósitos a los que concurren los compradores para transportarla a los centros de consumo. Se estiman volúmenes 200 a 300 g de materia seca por kg de alimento, o 700 a 800 g de materia seca por pollo producido; o bien, 550 g de materia seca por kg de pollo, y finalmente 9.6 ton de materia seca por cada 1000 Kg de carne. Este último dato representaría un estimado de 1.2 millones de toneladas producidas anualmente por 1,461 millones de pollos (Munguía-Xóchihua *et al.*, 2019).

La inclusión de excretas de cerdos en la dieta de los ovinos, ayuda a resolver el problema de contaminación ambiental y reducen los costos de producción ovina, debido a la sustitución de ingredientes tradicionales de alto costo, por ingredientes no convencionales como las excretas (Castrillón *et al.*, 2002).

La ventaja de las excretas de cerdo es su disponibilidad a través de todo el año. Recientemente Canton *et al* (2005), concluyeron en una prueba de digestión y metabolismo que las excretas frescas de cerdo es una fuente valiosa de nitrógeno para los ovinos. En este sentido, las excretas de cerdo son un ingrediente apropiado y seguro en dietas para ovinos en engorda; así lo muestra el estudio de Padilla *et al* (2000), quienes alimentaron con altos niveles de excretas de cerdo a ovinos en finalizado; no se afectó la ganancia de peso o características de la canal, y los niveles de cobre en hígado fueron normales.

También es importante comentar que al comparar la toxicidad del estiércol que proviene de diferentes animales y al usar una prueba microtóxica, se demostró que el estiércol de cerdo fue tres veces menos tóxico que el estiércol de aves (Gupta y Kely, 1990).

El principal problema ocasionado por las excretas es la contaminación química, debido a la excreción de grandes cantidades de nitrógeno (en forma de nitratos), fósforo y potasio (Mariscal, 2007). Se estima que, bajo condiciones comerciales de producción, el fósforo consumido es excretado en proporciones variables, ya que una cerda excreta alrededor del 75%; los lechones destetados el 38% y los cerdos de abasto el 63%. La vía de

excreción del fósforo es principalmente fecal. En lo referente al nitrógeno la proporción excretada para las mismas categorías de animales fue de 76, 46 y 67% respectivamente, y éste es excretado principalmente vía urinaria.

La contaminación generada por una granja porcina afecta al microambiente (la granja misma) y al ambiente en general. En lo que respecta al microambiente, se ha visto que la exposición a los gases producidos (amoníaco, sulfuro de hidrógeno, metano y bióxido de carbono), representan riesgos directos a la salud de los trabajadores y de los cerdos de explotación; Esto es debido a que el amoníaco es irritante, por lo que tiende a producir malestar en los cerdos; constatando un decremento (del 12 al 30%) en la ganancia diaria de peso de cerdos alojados, en lugares con concentraciones crecientes de amoníaco (50, 100 y 150 ppm). El amoníaco proviene del nitrógeno excretado, principalmente en la orina (85%) y en las heces (15%); su tasa de volatilización depende de la relación existente entre los iones amonio y amoníaco, la cual depende del pH de la excreta (Mariscal, 2007).

A nivel global, un problema fundamental de las explotaciones porcinas, es la generación de grandes cantidades de excretas; que, por su alto potencial de nutrientes, contaminan el ambiente y puede ser el principal obstáculo en el futuro desarrollo de la industria animal (Mackie *et al.*, 1998). Cálculos aproximados indican que, en México, se originan más de 1,860 toneladas de estiércol porcino por día (considerando número de cabezas y edad del animal) (Cervantes *et al.*, 2007).

El estiércol se puede utilizar como alimento. Los rumiantes se han señalado como los animales ideales para reciclar el estiércol de cerdo, debido a su habilidad de utilizar el nitrógeno no proteico, digerir la celulosa y utilizar altos niveles de ácidos nucleicos (Smith, 1976; Smith y Wheeler, 1979; Arndt *et al.*, 1979). La cerdaza es el alimento no digerido por el aparato digestivo del cerdo y enriquecido con la flora intestinal, lo cual hace que sea un alimento de excelente calidad para ser utilizado en la elaboración de dietas para borregos.

También recordar, que en México existe déficit de casi 40,000 toneladas cada año de carne ovina. Estas toneladas faltantes son importadas de Nueva Zelanda, Chile y Australia (Martínez *et al.*, 2011); por lo que es importante la producción de esta especie.

Composición química de la cerdaza

La cerdaza es el alimento no digerido por el aparato digestivo del cerdo y enriquecido con la flora intestinal, lo cual hace que sea un alimento de excelente calidad para ser utilizado en la elaboración de dietas para borregos.

En el cuadro 1, se realiza un comparativo de proteína y grasa entre cerdaza, maíz y sorgo. En el cuadro 2, se observa el contenido en nutrientes de la excreta de cerdo (% en base seca). La cerdaza tiene más del 20 % de proteína cruda y una digestibilidad superior al 40 %.

Cuadro 1. Comparación del contenido de proteína cruda y grasa cruda de la cerdaza, maíz y sorgo (% en base seca)

	Cerdaza	Maíz	Sorgo
Proteína cruda	21.2	8	9
Grasa cruda	6.3	4	2

Cuadro 2. Contenido en nutrientes de excreta de cerdo (% en base seca)

Nutrientes digestibles totales	48
Proteína cruda	24
Fibra cruda	15
Calcio	2.7
Fósforo	2.1
Potasio	1.3

Cobre en ovinos

Los alimentos y sales preparados para aves y cerdos pueden tener exceso de cobre, que eliminan los animales en el excremento en cantidades de hasta 700 ppm. Los borregos son muy sensibles al exceso de cobre en la dieta, comienzan a intoxicarse a partir de 20 ppm; recomendando incluir en su dieta un máximo de 25% de excretas; más sin embargo en esta empresa pecuaria, contrario a la prevención científica señalada, desde hace tres años han alimentado a sus ovejas con una dieta a la que incluyen el 60% de cerdaza ensilada, con resultados productivos satisfactorios. El cobre destruye los glóbulos rojos, y la orina de los animales se observa de color café muy oscuro y espumosa. La mayoría de los animales mueren un par de días después de ocurrida la intoxicación (Tórtora, 2002). Los ovinos son más sensibles a los niveles elevados de Cu en la dieta, que cualquier otra especie de interés zootécnico (Fontenot *et al.*, 1971; NRC, 1980); aunque otros autores solo han encontrado problemas en ovinos jóvenes (Deshck *et al.*, 1998).

En el caso de los caprinos, normalmente la literatura señala con mayor frecuencia casos de deficiencia de Cu, pudiendo ser una evidencia de que esta especie tolera mejor elevados niveles de Cu que los ovinos y bovinos (Meschy, 2000). En los rumiantes el cobre se almacena principalmente en el hígado y también en los riñones, corazón, pulmones, páncreas y el bazo. Las reservas corporales sirven durante unos cinco meses, proveyendo el Cu necesario cuando se produce una deficiencia (Mufarrege, 2003).

El cobre puede provocar efectos tóxicos en los lanares, cuando se ingiere más de 25 ppm del elemento. Una vez ingerido en la ración, el Cu asimilable puede ser reducido por los excesos de molibdeno, azufre y hierro; y también por algunos otros antagonistas como son el cadmio, zinc y plata (Mufarrege, 2003). La intoxicación por cobre ha sido ampliamente documentada en la especie ovina, siendo un capítulo habitual en cualquier tratado de patología ovina (Jensen y Swift, 1982; Henderson, 1990; Sharman y Angus, 1991); destacándose en todos ellos la elevada susceptibilidad de esta especie.

El proyecto sustentable

El manejo de excretas es el principal problema de la porcicultura, ya que actualmente y debido a la legislación sanitaria, el productor no puede deshacerse de las excretas como lo hacían tradicionalmente; tirándolas a las cañadas, arroyos y otros cuerpos de agua; por lo tanto, el productor es obligado a deshacerse de las excretas en una vía ecológica, que no contamine el medio ambiente.

A través de los años se han desarrollado diversas tecnologías tendientes a solucionar este problema, por medios físicos, químicos y biológicos; como separación de sólidos, secado, fermentación, ensilado, etc., algunos con ventajas y desventajas sobre otros. Como al secarla al sol contamina al ambiente y se requiere de una plancha de cemento grande. El método de prensado requiere equipo, que muchas veces es costoso. El proceso de fermentado en tambos puede ser factible su uso.

El proyecto del uso de cerdaza fermentada, surge por la necesidad que tienen todos los poricultores de tratar las aguas residuales de acuerdo a la norma que establece la Comisión Nacional del Agua. Antes de este proyecto se lavaban con agua las corraletas, y se descargaban en el Río Ixtlán la cantidad de 40,000 litros/día.

El objetivo del proyecto sustentable, fue dejar de contaminar el medio ambiente con agua y estiércol de cerdo, disminuir el consumo del agua a un 70%, reutilizar el agua, tratándola y utilizándola para riego de una huerta de limón, y finalmente utilizar la cerdaza como forraje para consumo de borregos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación

La empresa productora de cerdos y ovinos La Sidra, se encuentra localizada en el km. 3 de la carretera libre Ixtlán de Río-Guadalajara; en Ixtlán del Río, Nayarit, México; entre los paralelos 20°50' y 21°13' de Latitud Norte y los meridianos 104°12' y 104°28' de Longitud Oeste; con una altitud entre 400 y 2,300 msnm; la temperatura es de 18 – 26°C; precipitación 800 – 1 000 mm. El clima predominante es cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (68.73%) cálido; subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (25.28%); templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (5.46%), y templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (0.53%).

La empresa está circulada con barda de ladrillos y malla galvanizada, ahogada en cemento; cuenta con varias naves: maternidad cerdos, gestación cerdos, destete y engorda cerdos, gestación y maternidad ovinos, destete y engorda de ovinos, bodega de alimentos, área de preparación de alimentos, área de fermentación de cerdaza, oficina, farmacia, huerta de limones, planta de tratamiento de aguas residuales y estacionamiento.

Animales y excremento

La empresa tiene permanente 110 vientres de cerdos de raza Landrace, Yorkshire, Pietrain y sus cruza; y 400 vientres de borregas de raza Dorper, Pelibuey, Katahdin y sus cruza; además las crías de las dos especies son finalizadas en la misma granja, ver figura 3. Aplica un programa de reproducción para las dos especies continuo; además cuenta con el programa preventivo recomendado para cada especie. Por otro lado, aplica las normas de bioseguridad, recomendadas por SAGARPA.

El proyecto de la empresa

El proyecto se inicia con recursos propios y un apoyo de Sanidad Animal de SAGARPA, a través del Comité de Fomento y Protección Pecuaria del Estado. El apoyo fue del 50% para la planta de tratamiento de aguas residuales; lo inician un grupo familiar, que consta de 3 mujeres y 1 hombre.

Uso de agua

En las corraletas con piso de cemento, primeramente, se recogió la cerdaza con pala y carretilla, y se llevó al área de ensilaje; las corraletas después se lavaron con agua reciclada, que provenía de lagunas facultativas, ver figura 1.



Figura 1. Lagunas facultativas

Proceso y uso de producción de la cerdaza

A la Cerdaza ya en el piso, se le agregó agua hasta alcanzar un 60 % de humedad y un 10 % de sorgo para acelerar al proceso de fermentación; después es depositado este producto en tambos de plásticos de 200 litros, los cuales fueron tapados con nylon y éste fijado alrededor del tambor con un hule o resorte de plástico para evitar la oxigenación. En el proceso de fermentación mínimo es de 25 días, durante el cual la cerdaza pierde el olor a cerdo y baja la cantidad de UFC de bacterias. En una revolvedora se agrega la cerdaza, rastrojo molido sin maíz y otros ingredientes; obteniendo el alimento balanceado. La cerdaza fue incluida en dietas de mantenimiento, gestación, lactación al 60% (con proteína cruda de 9.52 %, ver análisis proximal en el cuadro 3), desarrollo y engorda de borregos al 20 %; obteniéndose un excelente comportamiento productivo en cada una de las etapas, ver figura 2.

Cuadro 3. Análisis proximal de la dieta para borregas gestantes (% en base seca)

Humedad	8.19
Proteína cruda	9.52
Grasas	3.68
Fibra cruda	20.42
Cenizas	15.73

Fuente: Análisis en Nuevlab S.A. de C.V. Guadalajara Jalisco, México. 24/04/2019.



Figura 2. Ensilado y/o fermentación de la cerdaza, además de la inclusión a la revolvedora

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La granja con 110 vientres porcinos y 400 vientres ovinos, más sus crías en crecimiento y engorda, producen una tonelada de cerdaza y otra de ovinaza. Con la implementación del uso de la cerdaza como alimento para borregos, del cambio en el manejo del excremento, reciclaje y buen manejo del agua; en la granja porcina ya solo se usan 12,000 L, de los cuales 4000 son residuales y fueron tratados para poder utilizarse como riego de una huerta de limón. Con este proyecto se logró un segundo proyecto aprobado para construir y equipar una planta para la elaboración de alimentos balanceados, para mejorar la molienda, el mezclado y elaborar el alimento más eficiente, ver figura 1.

Hay estudios donde reportan el gasto de agua, por ejemplo, Chao *et al.*, (2012) reportó, un gasto de agua de limpieza por animal y por día de 26 L; lo cual está influenciado directamente por el sistema que se usa para esta labor que consiste en agua a presión; pero además es costumbre también bañar diariamente a los animales, todo esto hace que este gasto sea excesivo. Mientras que Taiganides *et al.* (1996) reporta 9.2 L, pero mucho menor que lo informado por Sánchez *et al.* (1995), 50 L y Juantorena *et al.* (2000),

que fue de 60 a 80 L por día para cerdos en ceba de 100 kilogramos de peso, y similar a lo reportado por Venotti *et al.* (2002), que fue de 25 L.

Se recomienda tratar de utilizar la menor cantidad de agua en la limpieza de los corrales, no bañar a los animales diariamente y sólo cuando sea necesario y en los lugares que se pueda aplicar arrastrar las excretas con haraganes, y posteriormente utilizar el agua a presión, solamente la necesaria, Chao *et al.*, (2012).

En el cuadro 4, se observa el análisis químico proximal de la cerdaza fermentada en base seca. Las ovejas alimentadas con cerdaza se mantuvieron en excelente condición corporal, y con una prolificidad de 1.5 corderos/vientre/año y peso vivo promedio de 3.5 kg/cordero.

Impactos (social, económico y ambiental)

Social

Existen 10 empleos permanentes.

De manera indirecta se benefician agricultores de la región, comprándoles su rastrojo y sorgo, los cuales reciben un mejor precio y seguridad en la venta de su producto.

Económico

Los deshechos se utilizan dentro de la granja para aportar un ingreso económico considerable. Con la cerdaza se sustituye el grano, ahorrándose 146 ton. anuales, con un ahorro de \$ 438,000.00.

Con el estiércol de borrego se tiene un ingreso de \$48,000.00 anuales.

Con la venta del limón se tiene un ingreso de \$ 25,000.00 anuales.

Con el ahorro del agua se reduce el consumo de energía eléctrica en un 70%, lo que representa \$12,000.00 anuales.

Ambiental

Se redujo el consumo de agua de 40,000 litros a 12,000 litros diarios.

Se redujo el 100% de las descargas de aguas residuales al río.

Cuadro 4. Análisis químico proximal de la cerdaza fermentada base seca, %.

Proteína cruda	21.2
Materia seca	38.5
Grasa cruda	6.3
Fibra cruda	18.1
Cenizas totales	13.6
E.L.N.	40.8
E. M. Mcal/kg	2.28

Sustentabilidad.

La cerdaza se utiliza como alimento para borregos, y la ovinaza se utiliza en las ladrilleras como aglutinante para mejorar la calidad del ladrillo y como fertilizante orgánico. El agua se trata en lagunas facultativas, donde se le agregan enzimas para que ayuden al proceso

de limpia. El agua tratada sale con la calidad para uso del riego de la huerta de limones. Por lo tanto, todo se reutiliza y haciendo el proceso 100 % sustentable, ver figura 3.

CONCLUSIÓN

La empresa se considera sustentable al reciclar el agua, usar la cerdaza fermentada como alimento para ovinos y usar el excremento de ovinos como abono y/o en la construcción de ladrillos. La cerdaza es un alimento económico, palatable y nutricional para los ovinos, lo cual hace que sea un alimento de excelente calidad.



Figura 3. Los cerdos, limones, ladrillos y las borregas consumiendo alimento.

LITERATURA CITADA

ARNDT DL, Day LD, Hatfield EE. 1979. Processing and handling of animal excreta for refeeding. *Journal of Animal Science*. 48:157-162.

CASTRILLÓN QO, Jiménez Para, Bedoya MO. 2002. Porquinaza en la alimentación animal. *Revista Lasallista de investigación*. 1(1): 72-76.

CERVANTES FJ, Saldívar-Cabrales JY, Yescasi JF. 2007. Estrategias para el aprovechamiento de desechos porcinos en la agricultura. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*. 3(1):3-12.

CANTON JJ, Beldar-Casso R, Sandoval-Castro CA. 2005. Nutritive value of fresh swine excreta for growing pelibuey sheep. *J. Appl. Anim. Res.* 27: 89-94

CHAO Espinosa R, Sosas Caceres R, Díaz Capdesuñer Y. 2012. Gasto de agua de limpieza y tratamiento del residual en naves de ceba porcina. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 21(3):69-72. ISSN 2071-0054.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542012000300011

DESHCK A, Abo-Shehada M, Allonby E, Givens DI, Hill YR. 1998. Assessment of the nutritive value for ruminants of poultry litter. *Anim. Feed Sci. Tech.* 73:29-35.

FONTENOT JP, Webb KE, Libke YKG, Buchles RJ. 1971. Performance and health of ewes fed broiler litter. *J. Anim. Sci.* 33:283.

GUPTA G, Kely P. 1990. Toxicity (EC 50) comparisons of some animal wastes. *Water Air and Soil Pollution*. 53: 113-117.

HENDERSON DC. 1990. *The Veterinary book for sheep farmers*. Farming Press Books. Inglaterra.

INEGI. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Ixtlán del Río, Nayarit Clave geoestadística 18006 2009.

https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/18/18006.pdf

JENSEN R, Swift BL. 1982. *Diseases of sheep*. 2ª ed. Lea & Febiger. Philadelphia. USA.

JUANTORENA A, Alfaro O, Sánchez EI. 2000. Alternativas para el tratamiento del Residual Porcino. Parte 1. *Tecnología Química*. 21(2): 69-76.

MACKIE RI, Stroot PG, VAREL VH. 1998. Biochemical identification and biological origin of key odor components in livestock waste. *Journal of Animal Science*. 76:1331-1342.

MARISCAL LG. 2007. Tratamiento excretas cerdos. FAO, Capítulo 7. www.fao.org/wairdocs/LEAD/X6372S/x6372s08.htm *CENID Fisiología, INIFA.

Martínez-González S, Macías-Coronel H, Moreno-Flores L, Zepeda-García J, Espinoza-Moreno M, Figueroa-Morales R, Ruiz-Félix M. 2011. Análisis económico en la producción de ovinos en Nayarit, México. *Abanico Veterinario*. 1(1):37-47. ISSN 2448-6132.

<https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=45596>

MESCHY F. 2000. Recent progress in the assessment of mineral requirements of goats. *Livestock Prod. Sci.* 64:9-14.

MUFARREGE D. 2003. Corrientes, Noticias y Comentarios No. 381. www.produccion-animal.com.ar

MUNGUÍA-XÓCHIHUA J, Duran-Puga N, Alejo-Santiago G, Salgado-Moreno S, Carrillo-Díaz F, Martínez-González S. 2019. Cuantificación de Cu, Fe, Zn y Mo en pollinaza generada en pre lluvias, en lluvias y post lluvias. *Abanico Agroforestal*. 1(1):1-7. <https://abanicoacademico.mx/revistasabanico/index.php/abanico-agroforestal/article/view/219/311>

NRC (National Research Council). 1980. Mineral Tolerances of Domestic Animals. National Academy of Sciences. Washington, DC. USA.

PADILLA GEC, Castellanos RAF, Canton CJG, Moguer OYB. 2000. High levels of animal excreta in feed for sheep. *Livestock Research for Rural Development*. 12: 1-9.

SHARMAN GAM, Angus KW. 1991. Inorganic and organic poisons. En *Diseases of sheep*. Editado por Martin WB, Aitken ID. 2ª ed. Blackwell MZV. Austria.

SMITH LW. 1976. The nutrition potential recycled wastes new In: Feed resources proceedings. Technical Consultation held in Roma, In: FAO. Animal Production and Health Paper 4: 227-243.

SMITH LW, Wheeler NE. 1979. Nutrition and economic value of animal excreta. *Journal of Animal Science*. 48: 144-186.

SOSA QR. 2006. Alimentación de ganado de carne en estabulación. *ECAG Informa*. 38: 14-17. <http://atenas.utn.ac.cr/images/revista/ecag38.pdf>

VENOTTI MB, Rashash M, Hunt G. 2002. Solid-liquid Separation of Flushed Swine Manure with Pam, Effect of Wastewater Strength. *American Society of Agriculture Engineers*. 45(6): 1959-1969.

TAIGANIDES EP, Pérez R, Girón E. 1996. Agua Residual en Manual para el manejo y control de aguas residuales y excretas porcinas en México. Pp. 56-59. Consejo Mexicano de Porcicultura. A.C. México.

TÓRTORA PJL. 2002. Fortalecimiento del Sistema Producto Ovinos. Tecnologías para Ovinocultores. Sistema Producto Ovinos. No. 48: 216-222