



11. Schweer, W. P., Patience, J. F., Schwartz, K., Linhares, D., Rademacher, C., H. Allen, K., Loving, C. L., Ramirez, A., Gabler, N. K. A review and evaluation of antibiotic alternatives in the literature, J, Anim. Sci. 95:148, suppl.2, 2017.
12. Niederwerder, M. C., Constance, L. A., Rowland, R., Abbas, W., Fernando, S. C., Potter, M. L., Cino-Ozuna, A. G. (2018). Fecal Microbiota Transplantation Is Associated With Reduced Morbidity and Mortality in Porcine Circovirus Associated Disease. *Frontiers in microbiology*, 9:1631, 2018.



Integración tecnológica para el aprovechamiento de los residuos y gestión de la salud en granjas porcinas

Alberto Jorge Galindo-Barboza^{a*}, Gerardo Domínguez-Araujo^a, Gerardo Salazar-Gutiérrez^a

^aCampo Experimental Centro Altos de Jalisco. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP. México.

*Autor de correspondencia: galindo.alberto@inifap.gob.mx

Introducción

En México, según el inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero, en 2010 se estimó una emisión de 748.25 megatoneladas (Mt) de CO₂-equivalente, de las cuales el 12.3% (92.18 Mt) corresponde a las emisiones por la agricultura, contribuyendo la fermentación entérica y el manejo de estiércoles con la emisión de 3.74 Mt de CO₂-equivalente^(1,2).

Los residuos pecuarios orgánicos representan una fuente constante de contaminantes derivado de la presencia de nutrientes no digeridos^(3,4), por lo tanto se pueden considerar las excreta, una fuente de nutrientes aprovechables mediante la adopción de diversas tecnologías.

La cantidad y calidad (características físicas y químicas) de las excretas están ligadas a factores como: especie, fin zootécnico, etapa productiva, sanidad, calidad de las dietas, digestibilidad, infraestructura de la unidad de producción, manejo y equipos disponibles para su recolección^(1,2).

El objetivo es presentar algunas tecnologías que pueden ser utilizadas bajo un modelo integrado para el aprovechamiento de los residuos porcícolas y la gestión de salud.

Modelos de aprovechamiento de residuos.

Los modelos integrados para el manejo y aprovechamiento de residuos consisten en la integración de tecnologías que nos lleven a tal fin. Es requisito de éstos modelos su adaptabilidad a los distintos sistemas de producción pecuaria (familiar, mediana escala, gran escala, intensivos, extensivos y/o mixtos) y la interacción con

la agricultura. Su principal objetivo es la diversificación de la producción y de los ingresos, estableciendo procesos amigables con el ambiente para alcanzar la sostenibilidad. El reto más importante y promisorio de estos modelos es la articulación con las cadenas productivas y comerciales locales y nacionales. En este sentido, son muchos, pero aislados, los esfuerzos que se han realizado para abordar distintas problemáticas, siendo la solución un enfoque integral de las necesidades en el sector agropecuario en relación al manejo de residuos.

En el Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco del INIFAP se han diseñado y estudiado procesos para el manejo, aprovechamiento y revalorización de residuos orgánicos en las granjas porcícolas, entre los cuales se encuentran: ensilaje de cerdaza para la alimentación animal⁽⁵⁻⁷⁾, composta y vermi-composta para la producción de abonos orgánicos⁽⁸⁾, sistemas de digestión anaerobia para la generación de energías renovables y el tratamiento de aguas residuales⁽⁹⁾. Estas tecnologías tienen la capacidad de: generar productos con valor agregado y/o acondicionar los residuos para ser sometidos a otro proceso del cual también se obtenga un producto, lo anterior lleva implícita la disminución de focos de infección, mejorando la salud.

Ensilado de cerdaza

Este consiste en someter la excreta (proveniente de cerdos en etapas de destete-finalización) a un proceso de fermentación anaerobia⁽⁵⁾; el ensilado de cerdaza es el resultado final y puede ser utilizado para la alimentación de rumiantes^(7,10-13), cerdos⁽¹⁴⁻¹⁷⁾ e incluso, dadas las características de este ingrediente, en otras especies como: peces, aves y conejos.

El objetivo de dicho proceso, es disminuir el pH a niveles por debajo de 5, con el fin de eliminar microorganismos indicadores de contaminación fecal⁽¹⁸⁾, proceso mediante el cual, también son eliminados microorganismos patógenos, virus y parásitos^(18,19), siempre y cuando, el proceso se realice adecuadamente. El ensilado de cerdaza también se ha utilizado con el objetivo de conferir inmunidad en cerdos y disminuir el microbismo en granjas porcícolas⁽²⁰⁾ sin que esto represente un riesgo, como el concebido al utilizar estrategias de auto inmunización como las realizadas

en presencia de brotes por diarrea epidémica porcina⁽²¹⁾ u otras enfermedades en México. El principal beneficio del ensilado de cerdaza, radica en la disminución de costos de alimentación; trabajos recientes, sugieren una reducción de hasta 7% en cerdos⁽⁶⁾ y de 60% en algunas etapas de la alimentación de rumiantes.

Composta y vermi-composta

Aunque en general, el compostaje es considerado un proceso sencillo, la práctica sugiere que necesita de condiciones físicas, químicas y microbiológicas complejas⁽⁸⁾ y la falta de cuidado o consideraciones repercuten sobre la calidad del producto final (composta estabilizada). La composta, posee un importante contenido de materia orgánica y nutrientes que pueden ser aprovechados de diversas formas en la agricultura y en la preservación del suelo^(22,23).

Otra forma de utilizar y dar valor agregado a la composta, es a través de su uso como insumo para la lombricultura⁽²⁴⁾. Mediante la lombricultura, se obtienen productos de alto valor económico como: humus, lixiviados y biomasa de lombriz^(22,24).

Sistemas de digestión anaerobia

Los sistemas de digestión anaerobia son una alternativa viable para el pre-tratamiento de los residuos agropecuarios⁽²⁵⁾. Su principal función consiste en degradar la materia orgánica y transformarla en metano; también se le ha dado uso a los efluentes como fertilizantes para terrenos de cultivo^(26,27). Lo anterior dependerá de la eficiencia del reactor (biodigestor).

En México, los biodigestores más utilizados para tratamiento de los efluentes de unidades de producción pecuaria son los de laguna cubierta⁽²⁸⁾, de los cuales existen diversas versiones desarrolladas para facilitar su manejo y vida útil, mediante la implementación de sistemas de extracción de lodos y agitación⁽²⁹⁾.

Otro tipo de biodigestores muy populares en México son los tubulares de polietileno (tipo Taiwán), los cuales, han sido eficientes en sistemas de traspasio para la generación y autoconsumo del biogás generado, sin embargo, este tipo de biodigestores bajo esquemas de producción pecuaria suelen quedar rebasados por la producción de residuos, sin que su adopción represente un beneficio. Además,

en estudios recientes se ha demostrado que este tipo de biodigestores bajo flujo continuo en granjas porcícolas no son capaces de eliminar ciertos patógenos como: *L. intracellularis*, *S. aureus*, *E. coli*, *Salmonella* spp, mesófilos aerobios, Clostridium sulfito reductores, coliformes totales y coccidias^(30,31), lo que hace que represente un riesgo sanitario el uso de sus efluentes como *biol* o fertilizante.

Por otro lado, diversos sectores (incluyendo el pecuario), han utilizado los biodigestores como generadores de energías renovables y algunas instituciones de investigación le han apostado al desarrollo e industrialización de esta tecnología, lo que genera en la granjas porcícolas una oportunidad competitiva en términos económicos, sociales y ambientales para la generación eléctrica^(32,33).

Antes de implementar un biodigestor (sin importar la escala de la unidad de producción), es necesario conocer la cantidad y características de los residuos generados para poder elaborar una estrategia de integración tecnológica y direccionar los residuos a cada uno de los procesos como mejor convenga.

Conclusión

La integración de tecnologías (generación de modelos) para el manejo y aprovechamiento de los residuos orgánicos pecuarios es factible. Este tipo de modelos deberá articularse con los mercados locales, nacionales e internacionales y con las políticas ambientales para satisfacer la demanda de alimentos en cantidad y calidad, con la premisa de aprovechar y conservar los recursos naturales al máximo.

Literatura citada

1. Gerber PJ, Steinfeld H, Henderson B, Mottet A, Opio C, Dijkman J, *et al*. Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería. Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación. Roma: Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO); 2013. 153 p.
2. SEMARNAT. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Inventario Nacional de Emisión de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010. Primera edición. México. 2013.
3. Brockmann D, Hanhoun M, Négri O, Hélias A. Environmental assessment of nutrient recycling from biological pig slurry treatment - Impact of fertilizer substitution and field emissions. Bioresour Technol 2014;(163):270–9.
4. Quiroga-Garza HM, Cueto-Wong JA, Figueroa-Viramontes U. Efecto del estiércol y fertilizante sobre la recuperación de 15N y conductividad eléctrica. Terra Latinoam 2011;29(2):201–9.
5. Castellanos-Aceves A, Salazar-Gutiérrez G, Hernández-Morales P, Domínguez-Araujo G, Barrera-Camacho G. Uso de ensilado de cerdaza en la alimentación animal. Prometeo

- Editores. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias INIFAP; 2010. 21 p.
6. Galindo-Barboza AJ, Domínguez-Araujo G, Salazar-Gutiérrez G, Sánchez-García FJ, Avalos-Castro MA. Uso de ensilado de cerdaza en la alimentación animal. In: Hernández Virgen R, Pérez Domínguez JF, editors. Memoria técnica Vamos al campo 2012. Prometeo E. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias INIFAP; 2012. p. 57–62.
 7. Avalos-Castro MA, Domínguez-Araujo G, Galindo-Barboza AJ, Ruvalcaba-Gómez JM, Arias-Chávez LE, Salazar-Gutiérrez G. Efecto de la adición de ensilado de cerdaza en la dieta de vacas en lactación sobre parámetros productivos y las características fisicoquímicas de la leche. In: 3er Congreso Nacional, Mitigación del daño ambiental en el sector agropecuario de México. 2013. p. 127–136.
 8. Xelhuanzi-Carmona J, Salazar-Gutiérrez G, Domínguez-Araujo G, Arias-Chávez LE, Chávez-Durán AA, Galindo-Barboza AJ. Manual para la elaboración de abonos orgánicos a partir de técnicas como la composta y lombricomposta. Gráficos Lara editores. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias INIFAP; 2012. 52 p.
 9. Domínguez-Araujo G, Salazar-Gutiérrez G, Galindo-Barboza AJ, Xelhuanzi-Carmona J, Castañeda-Castillo M, Sánchez-García FJ, *et al.* Implementación de biodigestores para pequeños y medianos productores porcícolas. Gráficos Lara editores. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias INIFAP; 2012. 28 p.
 10. Castrillón-Quintana O, Jiménez-Pérez RA, Bedoya-Mejía O. Porquinaza en la alimentación animal. *Rev Lasallista Investig.* 2004;1(1):1–5.
 11. Berger JCA, Fontenot JP, Kornegay ET, Webb KEJ. Feeding swine waste. II. Nitrogen utilization, digestibility and palatability of ensiled swine waste and Orchardgrass hay or corn grain fed to sheep. *J Anim Sci.* 1981;(52):1404–1420.
 12. Domínguez-Araujo G, Galindo-Barboza AJ, Salazar-Gutiérrez G, Arias-Chávez LE, Quiñones-Islas N. Efecto en el comportamiento productivo de bovinos en finalización al utilizar dietas conteniendo ensilado de cerdaza. *Rev Mitigación del Daño Ambient Agroaliment y For México.* 2014;1(1):23–33.
 13. Martínez-Barrera VM, Serna-Roman MG. Utilización de cerdaza ensilada en la alimentación de ovinos de engorda. [tesis licenciatura]. Zapopan, Jalisco, México. Universidad de Guadalajara; 1999.
 14. Guillemin Rubio JJ. Utilización de la cerdaza fermentada en la etapa de destete. [tesis licenciatura]. Zapopan, Jalisco, México. Universidad de Guadalajara; 1995.
 15. Galindo-Barboza AJ, Domínguez-Araujo G, Salazar-Gutiérrez G, Avalos-Castro MA, Sánchez-García FJ. Efecto de la adición de ensilado de cerdaza en dietas de cerdos en cebo, una alternativa para la reutilización de sólidos en granjas porcícolas. In: 3er Congreso Nacional, Mitigación del daño ambiental en el sector agropecuario de México. Guadalajara, Jalisco, México; 2013. p. 61–71.
 16. Zaldivar-Reynoso MA, Corona-Santos G. Restricción del consumo de alimento en cerdos en etapa de finalización, utilizando estiércol fermentado de cerdo. [tesis licenciatura]. Zapopan, Jalisco, México. Universidad de Guadalajara; 1995.
 17. Hernández-Mata A. Evaluación de sólidos recuperados fermentados con alimento de lechón de predestete y efectos en su aceptación y crecimiento. [tesis licenciatura]. Guadalajara, Jalisco, México. Universidad de Guadalajara; 1994.
 18. Galindo-Barboza AJ, Domínguez-Araujo G, Salazar-Gutiérrez G, Arteaga-Garibay RI, Martínez-Peña MD, Ruvalcaba-Gómez JM. Disminución de las UFC como indicadores de contaminación fecal en el ensilado de cerdaza, considerando el pH como factor determinante.

- Rev Mitigación del Daño Ambient Agroaliment y For México. 2014;1(1):34–43.
19. Caballero-Hernández AI, Castrejón-Pineda F, Martínez-Gamba R, Angeles-Campos S, Pérez-Rojas M, Buntinx SE. Survival and viability of *Ascaris suum* and *Oesophagostomum dentatum* in ensiled swine faeces. *Bioresour Technol*. 2004;94(2):137–142.
 20. Galindo-Barboza AJ, Dominguez-Araujo G, Salazar-Gutiérrez G, Arteaga-Garibay RI, Martínez-Peña MD, Sanchez-Garcia FJ. Ensilado de cerdaza, una oportunidad para el manejo de la bioseguridad y el microbismo en granjas porcícolas. Prometeo Editores. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias INIFAP; 2013.
 21. Jung K, Saif LJ. Porcine epidemic diarrhea virus infection: Etiology, epidemiology, pathogenesis and immunoprophylaxis. *Vet J*. 2015;204(2):134–143.
 22. FAO. Manual de compostaje del agricultor, Experiencias en América Latina [Internet]. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 2013. 112 p. Available from: <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
 23. Villar I, Alves D, Garrido J, Mato S. Evolution of microbial dynamics during the maturation phase of the composting of different types of waste. *Waste Manag*. 2016;(54):83–92.
 24. Gómez-Rosales S, Espinosa-García JA, González-Orozco TA, Salazar-Gutiérrez G. Alternativas para el reciclaje de excretas animales: Producción de humus de lombriz. Impresos G. editores. Ajuchitlán, Colon, Queretaro: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias INIFAP; 2007.
 25. Trejo LW, Vázquez GLB, Uicab AJ, Castillo CJ, Caamal MA, Belmar CR, Santos RRRH. Eficacia de remoción de materia orgánica de aguas residuales porcinas con biodigestores en el estado de Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 2014; (17): 321–323.
 26. Acevedo P. Biodigestor de Doble Propósito - Producción e Investigación - para residuos de granja porcícola. *Revista Ion* 2006;19(1): 1–6.
 27. Cepero L, Savran V, Blanco D, Díaz PMR, Suarez J, Palacios A. Producción de biogás y bioabonos a partir de efluentes de biodigestores. *Pastos y Forrajes* 2012;35(2):219–226.
 28. Blanco D, Suárez J, Jiménez J, González F, Álvarez MN, Cabeza E, *et al*. Eficiencia del tratamiento de residuales porcinos en digestores de laguna tapada. *Pastos y Forrajes*. 2015;38(4):441–7.
 29. Campos CB. Metodología para determinar los parámetros de diseño y construcción de biodigestores para el sector cooperativo y campesino. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* 2011;20(2):37–41.
 30. Betancur H O, Betancourt E A, Estrada A J, Henao U F. Persistence of pathogens in liquid pig manure processed in manure tanks and biodigesters. *Rev MVZ Córdoba*. 2016;21(1):5237–49.
 31. Cañon-Franco WA, Henao-Agudelo RA, Pérez-Bedoya JL. Recovery of gastrointestinal swine parasites in anaerobic biodigester systems. *Rev Bras Parasitol Veterinária*. 2012;21(3):249–53.
 32. Venegas Venegas JA, Espejel García A, Pérez Fernández A, Castellanos Suárez JA, Sedano Castro G. Potencial de energía eléctrica y factibilidad financiera para biodigestor-motogenerador en granjas porcinas de Puebla. *Rev Mex Ciencias Agrícolas*. 2017;8(3):735–740.
 33. Venegas Venegas JA, Perales Salvador A, del Valle Sánchez M. Energía renovable una opción de competitividad en granjas porcinas en México. *Rev Mex Ciencias Agrícolas*. 2015;(1):503–509.



Potenciales amenazas para el bienestar animal en sistemas de producción de cerdos a pastoreo

Silvana Pietrosemoli

Silvana_Pietrosemoli@ncsu.edu

Center for Environmental Farming Systems CEFS and Animal Science Department
North Carolina State University

I. Introducción

Estudios de mercado realizados recientemente, señalan cambios en la actitud de los consumidores hacia el bienestar animal (Norwood and Lusk, 2011; Miranda-de la Lama *et al.*, 2017). Resultados de una encuesta realizada en los Estados Unidos por Spain y colaboradores (2018), indican que el 78% de los consumidores valoran como importante la manera en que los animales para consumo han sido criados. Los sistemas de producción de porcinos a pastoreo son percibidos como una alternativa de menor impacto ambiental y mayor bienestar animal que los sistemas en confinamiento, cierto grupo de consumidores inclusive declara la disposición a pagar precios preferenciales para esta clase de productos (Norwood and Lusk, 2011; Miranda-de la Lama *et al.*, 2017).

Se señalan como ventajas para alcanzar condiciones de bienestar animal de estos sistemas de producción, una mayor complejidad del ambiente, la posibilidad de seleccionar tanto el ambiente físico como el social, y la mayor disponibilidad de espacio por animal (Edwards, 2018). Sin embargo, si no se implementan las prácticas de manejo adecuadas, estos sistemas pueden representar riesgos tanto para el medio ambiente (Pietrosemoli y Green, 2018) como para el bienestar animal (Lukovic, Skorput; y Karolyi, 2017; Amory y Wainwright, 2018), en especial para los individuos de menor jerarquía social (Edwards, 2018).

El objetivo de esta presentación es señalar amenazas al bienestar animal que podrían presentarse en los sistemas de producción de porcinos a pastoreo, así como indicar algunas de las alternativas para subsanar dichas amenazas que hemos implementado en CEFS (Center for Environmental Farming Systems).

II. Amenazas al bienestar animal en sistemas de producción de porcinos a pastoreo, y como minimizarlas.

Se considera como producción de porcinos a pastoreo una variante del sistema de producción de porcinos al aire libre, donde los cerdos en sus diferentes categorías productivas son mantenidos en potreros, donde pueden pastorear, reciben suplementación alimenticia y agua, y se les provee de cobijo (Miao, Glatz y Ru 2004). En estos sistemas es de importancia el mantenimiento de una adecuada cobertura vegetal (Pietrosemoli y Green, 2018). Existen grandes diferencias en la intensidad de uso de los factores de producción entre las diferentes unidades productivas, generándose sistemas de producción muy variados. Bajo condiciones de producción a pastoreo, los porcinos tienen mayor oportunidad de expresar los hábitos de comportamiento de su especie, tales como organizarse en grupos e interactuar con sus pares, explorar el hábitat, pastorear, hozar el suelo, crear charcas y revolcarse en el fango.



El medio ambiente pastizal

Estrés térmico

Los cerdos a pastoreo están expuestos a condiciones ambientales que podrían ocasionar estrés térmico, bien sea por calor o frío en exceso (Edwards, 2003; Lukovic, Skorput, y Karolyi, 2017). Es frecuente que cerdos que se encuentran en condiciones de alta temperatura ambiental sufran de estrés por calor, que empieza a manifestarse con jadeo, y si no llega a controlarse podía llevar al colapso y la muerte del animal. Son bien conocidos los efectos de las altas temperaturas no solo sobre la productividad sino también sobre la reproducción. Es importante proveer de mecanismos que permitan aliviar el estrés calórico suministrando suficiente agua, tanto de bebida como para refrescarse. Bien sea proveyendo de pozas u otros sistemas como aspersores o nebulizadores de agua que permitan el mantenimiento de la homeostasis térmica. Proveer de sombra, preferentemente natural también ayuda a disminuir la influencia de las altas temperaturas sobre los animales. Los refugios deben facilitar la circulación del viento, mediante la utilización de ventanas ajustables, y de ser posible, deberían ser contruidos con material aislante, y pintarse de color blanco.

Bajo condiciones de alta incidencia de rayos solares, se observan animales de pelaje claro con signos de insolación (Amory y Wainwright, 2018), que puede llegar a ser dolorosa. También hemos advertido animales en pastizales de bermuda (*Cynodon dactylon*) presentando síntomas de fotosensibilización coincidiendo con el cuadro descrito por (Williamson *et al.*, 2009). Estos animales se recuperan, en general, rápidamente al ser colocados a la sombra.

Se han llevado a cabo en Europa (Andersen, Aagaard-Schild y Jakobsen, 2017) evaluaciones del efecto de incluir árboles en sistemas de pasturas para cerdos. Las cerdas que tuvieron acceso a los árboles (*Populus* spp) pasaron más tiempo fuera del refugio, en comparación con aquellas manejadas en pasturas sin acceso a los árboles. Las cerdas en descanso bajo los árboles presentaron menor frecuencia respiratoria (30 y 45 respiraciones cada 60 segundos, respectivamente).

Los porcinos adultos manejan mejor las bajas que las altas temperaturas. Usualmente el mayor impacto de condiciones frías es el incremento del gasto energético y en consecuencia del consumo de alimento. Sin embargo, los lechones son muy susceptibles al enfriamiento, y deben protegerse adecuadamente. El viento y la nieve intensifican los efectos de las bajas temperaturas. La acumulación de nieve puede dificultar el acceso hasta donde se encuentran los animales, o afectar el cercado eléctrico (los animales podrían escapar). Una adecuada orientación de los refugios, utilizar material aislante en la construcción de instalaciones, evitar corrientes de aire y la provisión de cama seca contribuye a disminuir el efecto sobre la salud y el bienestar de los animales.

Las temperaturas extremas, tanto altas como bajas, pueden afectar los sistemas de provisión de agua. En verano las altas temperaturas calientan las tuberías y bebederos limitando el consumo de agua, mientras que en invierno, existe el riesgo de congelamiento de las tuberías y bebederos. Enterrar las tuberías en el subsuelo y ubicar los bebederos a la sombra ayuda a minimizar estos impactos negativos. Es importante asegurarse que en eventos climáticos extremos los animales tendrán acceso a agua.



Expresión de conductas de comportamiento propias de la especie

Los cerdos manejados al aire libre tienen mayor posibilidad de expresar hábitos de comportamiento propios de su especie que los animales en confinamiento. Un ejemplo es la conducta de nidación que manifiestan las cerdas antes del parto cuando son manejadas en pastoreo, que no pueden expresar cuando son manejadas en confinamiento (Velarde *et al.*, 2015). Según Tozawa, Tanaka, y Sato, (2016) manejar a los cerdos en pastoreo es más favorable para el bienestar animal que los sistemas en confinamiento. De acuerdo a estos autores, en estos sistemas los animales demuestran conductas orales normales y comportamientos de juego, indicadores de emociones positivas. Además, en ese estudio, los cerdos a pastoreo presentaron menores heridas en el cuerpo y un mayor aumento de peso que los animales mantenidos en confinamiento.

Un riesgo para el bienestar animal para cerdos en pastoreo, lo representa el uso de aretes nasales con el objetivo de disminuir el daño a la cobertura vegetal, impidiendo el hozado del suelo. Según Horrell *et al.*, 2001, El uso del anillado, al causar dolor inhibe un rango de actividades funcionales entre ellas el hozado, y provoca comportamientos estereotipos (mascar paja, masticar al vacío, cavar en el suelo con las patas delanteras) que sugieren un grado de bienestar reducido.

Condiciones inadecuadas de manejo, alojamientos y equipos inadecuados, o mezclar animales puede estimular la manifestación de conductas de agresión y de mordeduras de colas que afectan negativamente el bienestar.

II.1.2. Exposición a animales silvestres, parásitos y patógenos

La salud y el bienestar de los cerdos a pastoreo puede encontrarse amenazada por la exposición a animales silvestres (Insectos, serpientes, pájaros, roedores, zorros, coyotes, cerdos silvestres, jabalíes) y mascotas como perros y gatos, que pueden actuar como predadores o ser reservorios de patógenos, transmitir enfermedades, dañar equipos e instalaciones, e ingerir y contaminar tanto el alimento como el material de cama de los cerdos a pastoreo (Hovi, Sundrum and Thamsborg 2003; Roepstorff *et al.* 2011; Salakpal, Karolyi y Lukovic, 2013; Lindgren *et al.*, 2014, Lukovic, Skorput, y Karolyi, 2017; Amory y Wainwright, 2018).

Los diferentes predadores tienen diversos hábitos y momentos de ataque. Sus presas preferidas son los lechones, pero llegan a asustar lo suficiente a las cerdas adultas, hasta el punto de que estas rompen los cercados y huyen del lugar. Esto podría ocasionar mortalidad de lechones. El uso de animales de guarda como perros pastores, asnos, y camélidos (llamas o alpacas) puede ayudar a desmotivar a los invasores.

Algunas estrategias para el control de animales silvestres incluyen: el mantenimiento de cercas perimetrales, el uso de doble cercado, evitar la acumulación de desechos orgánicos, utilizar comederos con tapa, mantener operativos comederos y depósitos de alimentos, limitar el acceso a almacenes de alimento, mantener los alimentos en contenedores secos y bien cerrados, no permitir mascotas en la unidad de producción, limpiar derrames de alimentos. Un cuidado especial debe prestarse al control de ratas y ratones ya que pueden convertirse en importantes reservorios de patógenos tales como *Salmonella*, *Leptospira*, *Yersinia*, *Brucella suis*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, y *Brachyspira hyodysenteriae* (Bonde y Sørensen, 2004). Los mamíferos (incluyendo a los cerdos salvajes), y las aves han sido identificados como reservorios de *Streptococcus suis* agente causal de meningitis, artritis, endocarditis, pneumonia, y septicemia en cerdos. (Johannson, 2006; Stanojković *et al.*, 2017).



Tanto endo como ectoparásitos causan además de pobre bienestar animal, pérdidas en la producción, enfermedades y productos des-uniformes. Algunos parásitos son difíciles de controlar, y los huevos pueden llegar a sobrevivir por años. Ciertas estrategias de manejo han demostrado ser efectivas en la reducción de las infestaciones de parásitos. Entre ellas: evitar el uso de áreas húmedas con tendencia al encharcamiento, rotación de pasturas, disminución de la carga animal, utilizar mezclas de forrajes (incluyendo forrajes con altos contenidos de taninos). Smith y colaboradores (2017) indican que realizar movimientos periódicos de la unidad de producción puede ser útil en el control de *Salmonella*. Algunos de estos parásitos y patógenos pueden transmitirse a los seres humanos, convirtiéndose en problemas de salud pública.

En una revisión de bibliografía llevada a cabo por Sutherland, Webster y Sutherland, 2013, se señala que en Holanda los cerdos manejados al aire libre presentaron mayores niveles de infestación con *Ascaris suum* y *Eimeria* spp en comparación con cerdos manejados en confinamiento, sin embargo, estos autores no encontraron diferencias entre sistemas de producción en relación a la prevalencia de *Oesophagostomum* spp. y *Trichuris suis*. En muestras colectadas en Austria el 75% presentaron huevos de parásitos gastrointestinales (*A. suum*, *Oesophagostomum* spp., Coccidias y *T. suis*). De igual manera, el 30% de los animales muestreados presentaron piojos y sarna. Al momento del sacrificio el 50% de los animales presentó manchas blanquecinas, indicadores de infecciones previas con *A. suum*. En Dinamarca, el 28% de los lechones destetados y el 33% de los animales en engorde estaban infectados con *A. suum*, el 4% de los destetados y el 13% de los animales en engorde resultaron positivos a *T. suis* y el 20% de las cerdas a *Oesophagostomum* spp. En estos animales no se detectaron ectoparásitos. No fue posible la comparación entre estudios, sin embargo los autores refieren que el acceso a ambientes al aire libre predispone a mayores infestaciones parasitarias.

Se ha reportado un mejor estatus sanitario para cerdos en pastoreo si se consideran como criterios los problemas respiratorios y las enfermedades entéricas, las cuales son menores en estas condiciones de manejo (Salakpal, Karolyi y Lukovic, 2013). También se han reportado menor incidencia de mastitis, metritis y agalactia (24.5%), y torsión o distensión de órganos abdominales. Sin embargo, se ha observado alta incidencia de muertes originadas por enfermedades urogenitales (32.4%), fallas cardíacas (21.8%) y problemas locomotores (331.1%) (Karg y Bilkei, 2002). Más recientemente, Kilbride y sus colaboradores (2009), reportaron menor prevalencia de lesiones en las extremidades relacionándolo con el libre acceso a suelo; similares resultados fueron reportados por van Grevenhof *et al.*, (2011), quienes señalan una menor incidencia de casos de osteocondritis. Similarmente, Turner y colaboradores, (2006) detectaron menores lesiones de la piel consecuencia de comportamientos antagonísticos como mordeduras de cola, “belly nosing” y agresiones en comparación con las encontradas en confinamiento. Pero las lesiones dérmicas y cicatrices consecuencia de quemaduras por el sol, ectoparásitos o rascarse, son más frecuentes en animales manejados al pastoreo.

En animales en etapas pre destete, las principales amenazas para la salud son el aplastamiento por parte de la cerda que puede causar lesiones e inclusive la muerte, y las diarreas (*Clostridium*, coccidiosis [*Isospora suis* y *Cryptosporidium* spp], *E. coli* y en ocasiones rotavirus). Las diarreas post-destete además de considerarse consecuencia del manejo, se han relacionado con causas virales y bacterianas (Rotavirus, Salmonellosis, *E. coli*, *Campylobacter*, *Brachyspira hyodysenteriae*, *Eimeria* spp), como consecuencia del debilitamiento del sistema inmunológico resultado del estrés post-destete (Salakpal, Karolyi y Lukovic, 2013, Oostindjer *et al.*, 2014). Los cerdos a pastoreo representan una fuente importante de parásitos



zoonóticos, como la toxoplasmosis, la triquinosis y la invasión de *T. solium*-cisticercosis en humanos (Salakpal, Karolyi, y Lukovic, 2013).

En resumidas cuentas los cerdos a pastoreo, manejados con una menor densidad animal y menor estrés, presentan un estatus de bienestar favorable con un sistema inmunológico potenciado y la habilidad de enfrentarse a infecciones, y son menos susceptibles a estrés durante el manejo previo al sacrificio. Sin embargo, algunas prácticas de manejo podrían afectar la salud y el bienestar de los porcinos. Por ejemplo, la exposición a extremos climáticos, el manejo de los animales en grupos, el uso de material de cama u otros sistemas de alojamiento en los que es difícil implementar un buen programa de limpieza y desinfección pueden aumentar el riesgo de exposición de los cerdos a patógenos presentes en el medio ambiente. La presencia de patógenos o sus vectores en áreas al aire libre, en combinación con condiciones ambientales deficientes puede resultar en una alta morbilidad y mortalidad de los cerdos, e inclusive representar un riesgo para la salud humana (Salakpal, Karolyi, y Lukovic, 2013). En condiciones de pastoreo se dificulta el tratamiento de animales enfermos y su aislamiento. Es conveniente tener planes sanitarios que incluyan vacunaciones, y controles de ecto y endoparásitos ajustados al área geográfica y a las enfermedades de mayor incidencia. En lo posible, deben mantenerse grupos de animales estables para reducir la necesidad de mezclar animales y el estrés resultante. Los cerdos deben ser manejados de manera firme y calmada para evitar dolor o estrés innecesarios. Es esencial el mantenimiento de altos estándares de higiene, emplear los equipos correctos para cada intervención, esterilizar adecuadamente jeringas, agujas y bisturís.

Otra amenaza al bienestar a la que se enfrentan los cerdos manejados en pasturas es la potencial ingestión de plantas tóxicas (Scipioni, Martelli, y Volpelli, 2009). En el Reino Unido, las intoxicaciones de cerdos por el consumo de helechos (*Pteridium aquilinum*, subespecies *latiusculum* y *atlanticum*) que contienen sustancias tóxicas y carcinógenas deben ser reportadas a las autoridades. El consumo de la carne de animales expuestos a *P. Aquilinum* representa inclusive un riesgo para la salud humana. En cerdos destinados al consumo humano, que hayan sido expuestos al helecho debe seguirse un periodo de retiro de 15 días antes del sacrificio.

Manejo

Un programa de manejo de cerdos a pastoreo, debe tener en cuenta aspectos tales como condiciones climáticas, área disponible, características del suelo, y habilidades y destrezas del productor. El manejo integra elementos como la gestión de la vivienda (tipo de refugios, equipos, materiales usados, espacio disponible, orientación, mantenimiento), programa alimenticio, manejo del pastizal (cobertura del suelo, sistema de manejo, carga animal), organización del rebaño (grupos, tamaño del grupo), plan de cruzamientos, programa reproductivo y prevención de enfermedades. Errores en la implementación de algunas de estas prácticas de manejo pueden ser causa de disminución del bienestar animal (Salakpal, Karolyi, y Lukovic, 2013).

Selección de la ubicación de la unidad de producción

Una decisión importante es la de definir donde se establecerá la unidad de producción. La selección de un área inapropiada (mucho lluvia [>750 mm], terrenos pedregosos, suelos propensos a anegamiento) incrementa las posibilidades de pobre bienestar animal e inclusive problemas de salud animal. Los sitios