




# Manejo del estiércol en hatos lecheros y percepción sobre sus emisiones

## Manure management in dairy herds and perception of its emissions and interest in developing organic fertilizers

 Espinoza, Francisco A.<sup>1</sup>;  Núñez, Wilfredo E.<sup>1</sup> y  Ballardo, Cindy V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.

**Resumen:** El estiércol que se genera en los hatos lecheros puede provocar impactos ambientales negativos si no se gestionan adecuadamente, debido a que sus componentes son potenciales generadores de gases de efecto invernadero. El objetivo fue evaluar el manejo del estiércol en los hatos lecheros y conocer la percepción de los productores sobre sus emisiones y el interés por elaborar abonos orgánicos. Se realizó un estudio descriptivo mediante la aplicación de un cuestionario a productores pecuarios, para recopilar datos sobre sus prácticas de manejo del estiércol y apreciar sus percepciones. Se determinó que, por lo general, el estiércol se recolecta diariamente, se almacena al aire libre y la forma de tratamiento es la solarización; el estiércol prioritariamente se utiliza para la siembra de maíz y el mantenimiento de los pastizales cultivados ya que mejora la textura del suelo y ayuda a mantener la humedad. Como percepciones, muy pocos reconocen que el estiércol emite gases de efecto invernadero; sin embargo, se está de acuerdo en aplicar buenas prácticas de manejo para reducir dichas emisiones ya que muchos califican entre mala y regular el manejo del estiércol en sus predios y la mayoría de los productores están interesados en aprender a elaborar abonos orgánicos. Con la forma actual de manejo del estiércol se estaría propiciando la emisión de gases de efecto invernadero y que mediante programas de capacitación y asistencia técnica se debe promover el manejo adecuado haciendo uso de métodos eficientes de almacenamiento y tratamiento.

**Palabras clave:** hatos lecheros; estiércol; emisiones; percepción; abonos orgánicos.

**Abstract:** The manure generated in dairy farms can cause negative environmental impacts if not properly managed, as its components are potential producers of greenhouse gases. The objective was to evaluate manure management on dairy farms and understand producers' perceptions regarding emissions and their interest in producing organic fertilizers. A descriptive study was conducted through a questionnaire administered to livestock producers to gather data on their manure management practices and appreciate their perceptions. It was found that generally, manure is collected daily, stored outdoors, and treated through solarization; it is primarily used for corn planting and maintaining cultivated pastures as it improves soil texture and helps retain moisture. Regarding perceptions, very few acknowledge that manure emits greenhouse gases; however, there is agreement on implementing good management practices to reduce emissions, as many rate their manure management on their properties as poor to fair, and most producers are interested in learning to produce organic fertilizers. The current manure management practices are contributing to greenhouse gas emissions, and through training programs and technical assistance, proper management should be promoted using efficient storage and treatment methods.

**Keywords:** dairy farms; manure; emissions; perception; organic fertilizers..



**Referencia:** Espinoza, F. A., Núñez, W. E, y Ballardo, C. V. (2024). Manejo del estiércol en hatos lecheros y percepción sobre sus emisiones. *Prospectiva Universitaria en Ciencias Agrarias*, 05(02), 21–29. <https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/pucag/article/view/2168>

Recibido: 12 de octubre de 2024

Aceptado: 28 de diciembre 2024

Publicado: 28 de diciembre 2024

Prospectiva Universitaria en Ciencias Agrarias. Vol. 05, núm. 02, julio a diciembre, 2024. Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons



CC BY 4.0 DEED

Attribution 4.0 International

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## 1. Introducción

La ganadería lechera en el Valle del Mantaro, ubicado en la región central de Perú, es una actividad económica importante para la zona. El clima y la geografía del valle proporcionan condiciones favorables para la producción de leche, lo que ha llevado al desarrollo de numerosas explotaciones lecheras en la región. La producción lechera en esta región se basa principalmente en una combinación de recursos forrajeros locales, especialmente en el uso de residuos de cosecha del cultivo del maíz choclero (*Zea mays*), ensilado o seco, utilizado como complemento de pastos cultivados, que entre los más comunes se encuentran el alfalfa (*Medicago sativa*), el trébol (*Trifolium spp.*) y gramíneas como el rye grass (*Lolium spp.*); estos cultivos son ricos en nutrientes y proporcionan una fuente confiable de alimento durante todo el año. El problema identificado en esta región es que no se conoce bien sobre el manejo del estiércol en los predios. El manejo inadecuado del estiércol puede ser una fuente significativa de contaminación ambiental, al no existir control sobre todo durante su almacenamiento (Pinos-Rodríguez et al., 2012).

De acuerdo con la información disponible, el estiércol del ganado lechero es una fuente significativa de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Según la USEPA (2012), los dos principales GEI emitidos a partir del estiércol de ganado lechero son el metano ( $\text{CH}_4$ ) y el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ); confirman esta premisa las investigaciones de Grossi et al. (2019), Rivera y Chará (2021) y Rotz (2018) entre otros. El metano se produce durante el proceso de descomposición anaeróbica del estiércol en sistemas de almacenamiento y durante el proceso de digestión en el rumen del ganado (Eggleston et al. (2006). El metano es un gas de efecto invernadero muy potente, con un potencial de calentamiento global aproximadamente 28 veces mayor que el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), aunque el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) es aún más potente que el metano como gas de efecto invernadero, con un potencial de calentamiento global aproximadamente 265 veces mayor que el  $\text{CO}_2$  (IPCC, 2014). El  $\text{N}_2\text{O}$  es un gas de efecto invernadero que contribuye al agotamiento de la capa de ozono y al cambio climático (Mendoza et al., 2022). El  $\text{N}_2\text{O}$  se forma en diferentes etapas del manejo del estiércol principalmente cuando ocurren procesos de nitrificación, desnitrificación, metanogénesis y oxidación del  $\text{CH}_4$  (Chadwick et al., 2011).

La formación de  $\text{N}_2\text{O}$  pueden darse en el establo por acumulación del estiércol, en el lugar de almacenamiento y a la incorporación al suelo para favorecer el crecimiento de las plantas; en estas circunstancias

ocurre la nitrificación (formación de nitrato a partir de amoníaco), en condiciones aeróbicas y la desnitrificación (reducción de nitrato a nitrógeno molecular), en condiciones anaeróbicas (Leip et al., 2011). Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) provenientes del ganado bovino representan aproximadamente dos tercios de las emisiones totales del sector ganadero, llegando a 4.6 gigatoneladas de  $\text{CO}_2$  equivalente. Esto sitúa al ganado bovino como el principal generador de emisiones en dicho sector. Dentro de estas emisiones, la producción de leche contribuye con el 20%, equivalente a 1.4 gigatoneladas. Además, se observa que los sistemas de baja productividad generan mayores intensidades de emisiones (Gerber et al., 2013). La Guía para la aplicación de buenas prácticas pecuarias (BPP), hace mención a la necesidad de contar con un sistema eficiente de manejo de desechos. En este sentido, propone dos medidas: primero, la implementación de prácticas para reducir, reutilizar o reciclar los desechos de manera apropiada; segundo, administrar el almacenamiento y la eliminación de los desechos de manera que se reduzca al mínimo su impacto en el medio ambiente (SENASA, 2020). Además, una de las prácticas recomendadas por el SENASA, viene a ser el almacenamiento adecuado del estiércol, en un lugar que evite la contaminación del suelo y del agua, lejos de los arroyos y fuentes de agua subterránea, así como implementar medidas para reducir los olores molestos y minimizar la emisión de gases y partículas contaminantes.

La gestión adecuada del estiércol y la implementación de prácticas agrícolas sostenibles pueden ayudar a reducir las emisiones principalmente de  $\text{N}_2\text{O}$  asociadas con la producción ganadera, ya que el manejo inadecuado del estiércol puede tener impactos negativos no sólo en el medio ambiente sino también en la salud pública. Además, la percepción y adopción de prácticas de abonamiento orgánico de los cultivos por parte de los productores pecuarios puede influir en la sostenibilidad y la eficiencia de la producción de leche en la región. Por tanto, teniendo en consideración lo expuesto, se plantea como objetivo evaluar el manejo del estiércol en las unidades pecuarias de producción lechera y la percepción de los productores sobre la emisión de gases de efecto invernadero del estiércol y el interés por elaborar abonos orgánicos, enfocados en la forma de mitigación.

## 2. Método

### 2.1. Descripción del área de estudio

El estudio se realizó de abril a diciembre de 2023, mediante la aplicación de una encuesta a los productores

res de ganado bovino lechero de los distritos de Apata, San Lorenzo y El Mantaro, pertenecientes a la provincia de Jauja, seleccionados por ser representativas de la producción lechera del Valle del Mantaro. La provincia de Jauja, según INEI (2012), cuenta con 8.126 unidades agropecuarias con un total de 39.042 cabezas de ganado vacuno.

Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó la fórmula de varianza máxima, que se indica:

$$n = \frac{NZ^2pq}{e^2(N-1) + Z^2pq} \quad (1)$$

dónde:  $N = 8126$ ;  $Z = 1.96$ ;  $p = 0.5$ ;  $q = 0.5$ ;  $e = 0.087$  y  $n = 124$  unidades pecuarias. Se aplicó el método de muestreo estratificado proporcional. Se tomó como muestra el 10% de hatos lecheros por distrito, habiendo logrado encuestar a: 62, 35 y 27 unidades pecuarias, en los distritos de Apata, San Lorenzo y El Mantaro, respectivamente, considerando la accesibilidad y consentimiento informado del ganadero.

El cuestionario fue diseñado para obtener información sobre tres aspectos: primero, sobre las características de los productores (edad, género, grado de instrucción y tamaño de hato); segundo, sobre el manejo del estiércol en la UP y tercero, sobre la percepción que tiene el productor a cerca de las emisiones que produce el estiércol y el interés por elaborar abonos orgánicos. El cuestionario pasó por una prueba piloto con diez productores ubicados fuera del área de estudio, con la finalidad de verificar la claridad y pertinencia de las preguntas. Las deficiencias observadas en el pilotaje llevaron a tomar la decisión de contratar un profesional de la especialidad con experiencia en el campo y que trabaje con los productores en el área de estudio, con la finalidad de obtener información confiable.

Se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) para determinar diferencias entre las variables en estudio y la prueba de Tukey para determinar diferencias entre medias, mediante el programa estadístico SPSS v. 26. El p-valor de los datos cualitativos, se obtuvo analizando los datos mediante la prueba de bondad de ajuste Chi cuadrado y para medir la relación entre características se hizo uso del coeficiente de correlación de Pearson para variables cuantitativas y del coeficiente de correlación de Rho de Spearman para variables cualitativas.

### 3. Resultados

#### 3.1. Características de las unidades pecuarias

El cuestionario se aplicó a 124 productores de igual número de unidades pecuarias (UP), que se clasificaron teniendo en cuenta el tamaño de hato: 22 UP con

10 o más vacas, 45 UP con 5 a 9 vacas y 57 UP con menos de 5 vacas. Aplicado el análisis de varianza al tamaño de hato por distrito el p-valor resultó ser no significativo (0.789), lo que indica que no hubo diferencia estadística entre distritos (tabla 1), lo que quiere decir que los distritos considerados para el estudio tienen similares características en cuanto se refiere al tamaño de hato identificado por distrito.

Las UP grandes tienen en promedio 13.5 vacas con 75.8% en lactación; las UP medianas tienen en promedio 6.8 vacas con 82.5% en lactación y las UP pequeñas tienen en promedio 3.2 vacas con 67.8% en lactación. A la comparación estadística, la diferencia es altamente significativa para el número de vacas por el tamaño de unidad pecuaria, aunque el número de vacas lactantes son similares entre las UP grandes y medianas, mientras que en las UP pequeñas son relativamente menores (tabla 2). Se considera pertinente tomar en cuentas las diferencias observadas que indicarían que la variable número de vacas según tamaño de la UP es pasible de comparación. Es típico que la ganadería lechera en los valles interandinos del Perú tienden a contar con hatos de 5 a 10 vacas en producción, como refiere Huamán et al. (2007), que constituyen el sustento de las familias dedicadas a la actividad pecuaria.

En cuanto a las características productivas, todas las UP cuentan con parcelas de pastos cultivados, el 93% siembra maíz choclero y aprovecha la chala para la alimentación de las vacas; en todas las UP grandes y en el 71 % de UP medianas la chala se utiliza como ensilado, mientras que en el resto de UP la chala se almacena como insumo alimenticio complementario. Sólo en el 11 % de UP se utilizan alimento concentrado comercial. En todas las UP el ganado es confinado por las noches. Sólo en el 34 % de UP el ordeño se realiza dos veces por día, especialmente en UP grandes y algunas medianas. Laforé et al. (1999), describiendo la ganadería lechera del área en estudio, lo caracteriza como sistema de crianza semiestabulado, por cuanto durante el día el ganado pastorea en los potreros de pastos cultivados y durante la noche son confinados en los establos.

#### 3.2. Características de los propietarios de las UP

La edad de los productores pecuarios se analizó teniendo en cuenta el tamaño de las UP que varía en promedio entre 50.4; 48.4 y 48.2 años en varones y 48.3; 48.9 y 48.6 años en mujeres, para las UP grandes, medianas y pequeñas, respectivamente, observándose que no hay diferencia a la comparación estadística (p-valor = 0.881), lo que quiere decir que la edad de los productores pecuarios son similares tanto en el tamaño de la UP como en el género, con un promedio general de

**Tabla 1***Unidades pecuarias (UP), según tamaño de hato por distrito*

Categorías	Distritos			Total	%
	Apata	San Lorenzo	El Mantaro		
10 o más vacas	11	7	4	22	17.7
Entre 5 y 9 vacas	22	13	10	45	36.3
Menos de 5 vacas	29	15	13	57	46.0
Total	62	35	27	124	100.0

*Nota.* Tamaño de hato distrito Apata 6.5, San Lorenzo 6.4, El Mantaro 5.9. Sin diferencias significativas ( $p > 0.05$ ).

**Tabla 2***Número de vacas según tamaño de la UP*

Categorías	Vacas	%	Promedio*	Lactantes*	%
Unidad pecuaria grande	297	37.8	13.5a	225a	75.8
Unidad pecuaria mediana	308	39.2	6.8b	254a	82.5
Unidad pecuaria pequeña	180	22.9	3.2c	122b	67.8
Total	785	100.0	6.3	601	76.6

\* $P < .001$

48.8 ± 10.9 años, con un rango que va de 25 a 72 años (tabla3).

En cuanto al género de los productores pecuarios que tienen a su cargo la conducción de las UP, el 85.4; 53.3 y 43.9 % son varones y el 13.6; 46.7 y 56.1 % son mujeres, para las UP grandes, medianas y pequeñas, respectivamente, sin diferencia a la comparación estadística ( $p$ -valor = 0.668), lo que quiere decir que tanto varones como mujeres tienen similar participación en la conducción de las UP, observándose el protagonismo de la mujer en un 45.2 % (tabla 4).

En lo referente al nivel de educación de los productores pecuarios; en las UP grandes, los varones tienen: secundaria (45.5 %), técnica (27.3 %) y universitaria (13.6 %), mientras que las mujeres tienen: secundaria (9.1 %) y técnica (4.5 %), respectivamente. En las UP medianas los varones tienen: secundaria (24.4 %), primaria (17.8 %), técnica (6.7 %), universitaria (4.4 %) y las mujeres: secundaria (22.2 %), primaria (8.9 %), técnica (6.7 %), universitaria (6.7 %) y ninguna (2.2 %). En las UP pequeñas los varones tienen: secundaria (19.3 %), primaria (12.3 %), técnica (8.8 %), universitaria (3.5 %), mientras que las mujeres tienen: secundaria (26.3 %), primaria (22.8 %), técnica (3.5 %) y ninguna (3.5 %).

En forma general, en el grado de instrucción de los productores pecuarios predomina el nivel secundario (46.7 %), seguido de los que tienen nivel primario

(25.8 %), técnica (16.1 %), universitaria (8.1 %) y ninguna (2.4 %), que a la comparación estadística difieren significativamente ( $p$ -valor = 0.012), lo que indicaría el predominio de una formación en la práctica (tabla 5).

El resultado del análisis de correlación (0.707), sugieren que hay una fuerte relación positiva y significativa entre el grado de instrucción y el tamaño de la UP, lo que podría implicar que la educación está asociada con mayores capacidades de gestión en las unidades de producción. [Christophe et al. \(2023\)](#), realizando estudios sobre conocimientos y prácticas de ganaderos chipriotas refiere que quienes tienen mayor nivel educativo, por lo general obtienen mejores puntajes en las evaluaciones.

### 3.3. Prácticas de manejo del estiércol

En forma general, en el estudio se han identificado que alrededor del 58 % de productores pecuarios realizan la recolección del estiércol todos los días y el 85 % lo almacenan al aire libre. El 55 % de productores, previo a su utilización del estiércol lo somete a secado al sol, el 35 % no realiza tratamiento alguno y solo el 10% realiza compostaje de una parte del estiércol. El 45 % de productores utiliza el estiércol para la siembra de maíz y el 35 % para el mantenimiento de los pastos cultivados. En cuanto al motivo por el cual hace uso del estiércol, las opiniones varían entre un 36 % por que mejora la estructura y textura del suelo, el 30 % por

**Tabla 3***Edad de los productores pecuarios*

	UP grandes		UP pequeñas		UP pequeñas		Total*	%
	Varón	Mujer	Varón	Mujer	Varón	Mujer		
25-34	2	0	4	2	2	4	14	11.3
35-44	4	1	5	4	7	8	29	23.4
45-54	6	2	5	8	9	10	40	32.3
55-64	5	0	8	6	5	6	30	24.2
>65	2	0	2	1	2	4	11	8.9
n	19	3	24	21	25	32	124	100.0
Promedio	50.4a	48.3a	48.4a	48.9a	48.2a	48.6a	48.8	
CV	11.6	4.7	12.1	11.4	9.8	11.4	10.9	
Rango	31-72	43-52	29-66	27-64	27-65	25-67	25-72	

*Nota.* Letras similares en la fila promedio indican que no hay diferencias estadísticas. Valores según rango de edad: 1: 25-34; 2: 35-44; 3: 45-54; 4: 55-64; 5: >65.

\*p = .0881

**Tabla 4***Género de los productores pecuarios*

	UP grandes		UP medianas		UP pequeñas		Total	%
	Varón	Mujer	Varón	Mujer	Varón	Mujer		
Número	19a	3a	24a	21a	25a	32a	124	100.0
%	85.4	13.6	53.3	46.7	43.9	56.1	56	45.2

*Nota.* Letras similares en la fila número indican que no hay diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ). Tamaño hato UP grande = 22, mediana = 45, pequeña = 57.

\*p = .0881

que ayuda a mantener la humedad del suelo y el 25 % como fertilizante. De manera particular, en todos los hatos con 10 o más vacas y en la mayoría de hatos con 5 a 9 vacas, la recolección del estiércol se realiza todos los días, se almacena al aire libre, se seca al sol previo a su aplicación, se utiliza para la siembra de maíz y el motivo de uso es para mejorar la estructura y textura del suelo y porque ayuda a mantener la humedad. En cambio, en los hatos con menos de 5 vacas, la frecuencia de recolección varía entre todos los días a cuando sea necesario, el almacenamiento se realiza al aire libre y muy pocos realizan solarización. La mayoría de los pequeños ganaderos aplican estiércol para el mantenimiento de los pastos cultivados y el motivo de uso es debido a su valor fertilizante y mantenimiento de la humedad del suelo (Tabla 6).

El análisis de correlación determinado (0.038), indican que no hay una asociación significativa entre el grado de instrucción y el método de almacenamiento del estiércol en la muestra analizada. Es decir, el nivel

de educación de las personas no parece estar relacionado con la forma en que se almacena el estiércol en este contexto en particular.

El estiércol producido por el ganado lechero representa una fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero que afecta la atmósfera; por consiguiente, es necesario que los productores pecuarios implementen estrategias creativas e innovadoras que promuevan un equilibrio tanto medioambiental como socioeconómico (Richards & Yabar, 2023). Las prácticas correctas de manejo del estiércol tienen el potencial de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, incluyendo el metano y el óxido nitroso, contribuyendo así a su mitigación (Awasthi et al., 2019). Las prácticas de manejo del estiércol varían significativamente según el tamaño del establecimiento; por ejemplo, los hatos más grandes manejan estiércol líquido, mientras que los hatos pequeños manejan estiércol sólido (Aguirre-Villegas y Larson, 2017).

El manejo del estiércol implica la recogida del es-



**Tabla 5***El grado de instrucción de los productores pecuarios*

Categorías	UP Grandes		UP Pequeñas		UP Pequeñas		%	
	Varón	Mujer	Varón	Mujer	Varón	Mujer		
Ninguna	0	0	0	1	0	2	3	2.4
Primaria	0	0	8	4	7	13	32	25.8
Secundaria	10	2	11	10	11	15	59	47.6
Técnica	6	1	3	3	5	2	20	16.1
Universitaria	3	0	2	3	2	0	10	8.1
Total	19	3	24	21	25	32	124	100

*Nota.* UP: unidad pecuaria. Rho Grado vs Tamaño de UP grande = 2.77a; mediana = 3.04bc; pequeña = 3.45c. Rho Grado instrucción global vs UP = 0.707,  $p = 0.000$ .

tiércol de los animales en las instalaciones, durante el almacenamiento, su procesamiento y posterior uso como fertilizante en los campos de cultivo (Hristov et al., 2013). En la etapa de almacenamiento y tratamiento del estiércol se producen especialmente metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), los cuales son los más significativos en términos de cantidad y potencial de contribución al calentamiento global (Casasola y Villanueva, 2015).

El uso más generalizado del estiércol es su incorporación al suelo para la producción de forrajes (Figuroa-Viramontes et al., 2010). Se suele aplicar a parcelas de alfalfa para el mantenimiento dos semanas después del corte (Noli y Bonilla, 1999), también se aplica para el cultivo de maíz, sustituyendo parcial o totalmente el fertilizante químico (Figuroa-Viramontes et al., 2010). La aplicación del estiércol a los campos de cultivo es una buena alternativa para el productor lechero, obteniendo con ello buenos rendimientos de forraje y calidad del suelo (Trejo-Escareño et al., 2013).

#### 3.4. Percepción sobre las emisiones del estiércol e interés por elaborar abonos orgánicos

Llama la atención que sólo el 26 % de productores perciben que el mal manejo del estiércol produce gases de efecto invernadero que ocasiona el calentamiento global; sin embargo, cuando la pregunta se orienta a un buen manejo del estiércol reduce las emisiones del estiércol, están de acuerdo el 52 %. Como una forma de confirmar las respuestas anteriores, se pide que califiquen el manejo del estiércol en su predio, 55 % califican como regular y muy pocos como buena, lo que en cierto modo confirmarían las apreciaciones expresadas. Y como una forma de comprometer a la mejora el manejo del estiércol en sus respectivos predios se pregunta si estaría interesado en aprender a elabo-

rar abonos orgánicos, como respuesta se obtiene un 70 % de interesados. Finalmente, a la pregunta de quién debería ser el encargado de brindar el servicio de capacitación, en primer lugar se sugiere que debe ser el gobierno local (35 %) y en segundo lugar las universidades (tabla 7).

Al relacionar las respuestas de las tres primeras preguntas con el grado de instrucción de los productores, se tiene: 0.284; 0.369 y 0.423, respectivamente; estos coeficientes indican que existe una asociación positiva significativa con la percepción sobre el manejo del estiércol y sus emisiones, que sugiere que las personas con mayor nivel educativo tienden a tener una mayor conciencia o conocimiento sobre el impacto ambiental del mal manejo del estiércol. La mayoría de los investigadores coinciden en afirmar que mientras mayor educación tiene la persona, es más capaz de percibir cuestiones ambientales (Hunter et al., 2010). Respecto a la relación del grado de instrucción y el interés por aprender a elaborar abonos orgánicos, con una correlación muy débil, negativa y no significativa (-0.084), se puede interpretar como que es posible que otros factores estén influyendo en el interés por aprender esta habilidad. También en la experiencia que publican Huerta-Muñoz et al. (2019), la mayoría de los encuestados expresan un alto interés en producir abonos orgánicos utilizando el estiércol de sus animales. El aprovechamiento del estiércol de los animales para producir abono orgánico es un recurso valioso en la agricultura sostenible, promoviendo prácticas respetuosas con el medio ambiente. Este tipo de fertilizante incrementa la actividad microbiana del suelo y enriquece su contenido de materia orgánica (Lee et al., 2023); así mismo, utilizar abonos orgánicos es una estrategia viable para contrarrestar el deterioro del suelo provocado por el exceso de fertilizantes sintéticos

**Tabla 6***Características de manejo del estiércol*

Preguntas	G	M	P	Total	%	p
Formas y frecuencia de recolección del estiércol, n = 124						
Sólo parte sólida, todos los días	22	36	14	72	58.1	<0.001
Sólo parte sólida, cada dos días	0	3	10	13	10.5	
Sólo parte sólida, cada tres días	0	0	13	13	10.5	
Sólo parte sólida, una vez a la semana	0	4	16	20	16.1	
Sólo parte sólida, cuando es necesario	0	2	4	6	4.8	
Formas de almacenamiento del estiércol, n = 124						
Al aire libre	22	33	50	105	84.7	<0.001
Bajo un cobertizo	0	9	4	13	10.5	
Cubierto con paja o vegetación seca	0	3	3	6	4.8	
Formas de tratamiento del estiércol, n = 124						
Sin tratamiento	0	9	35	44	35.5	<0.001
Solarización	22	33	13	68	54.8	
Compostaje	0	3	9	12	9.7	
Cultivos que aplica estiércol, n = 124						
Siembra de papa	0	0	12	12	9.7	<0.001
Siembra de maíz	22	19	15	56	45.2	
Siembra de pastos cultivados	0	6	6	12	9.7	
Mantenimiento de pastos cultivados	0	20	24	44	35.5	
Motivo de uso del estiércol, n = 123						
Como fertilizante	2	8	21	31	25.2	<0.001
Mantiene la humedad del suelo	6	15	16	37	30.1	
Mejora la estructura y textura del suelo	12	17	15	44	35.8	
Mejora la producción de los cultivos	2	5	4	11	8.9	

*Nota.* Coeficiente de correlación entre el grado de instrucción y el almacenamiento del estiércol = 0.038, p = 0.675. n: número de respuestas totales en cada pregunta; G: UP con más de 10 vacas; M: UP con 5 a 9 vacas; P: UP con menos de 5 vacas; %: Porcentaje de encuestados que eligieron cada respuesta; p-Valor: El valor p que se obtuvo analizando los datos mediante la prueba de bondad de ajuste Chi Cuadrado.

(Zhang et al., 2020).

### 3.5. Formas de mitigación de la emisión del estiércol

La principal fuente de metano (CH<sub>4</sub>) en las unidades pecuarias productoras de leche proviene tanto de los animales como del almacenamiento de estiércol, debido a ello debe propiciarse su mitigación. Gerber et al. (2013), señalan que una mejora en la alimentación y nutrición del ganado conlleva a la disminución de emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) y estiércol, reduciendo así la liberación de nitrógeno y sólidos volátiles. Así mismo señala que un aumento en la producción de leche implica una alteración en el metabolismo de las vacas a favor de la producción láctea y la reproducción en lugar del mantenimiento corporal, lo que resulta en una menor intensidad de emisiones. Entre

otras alternativas: Majbar et al. (2021), refieren que el compostaje se constituye en una técnica amigable con el medio ambiente para reutilizar residuos orgánicos; así mismo Chianese, et al. (2009), señalan que el pastoreo que proporcionan dietas ricas en forraje reducen considerablemente las emisiones netas de GEI.

Una reducción del tamaño de hato puede conllevar a una disminución inmediata en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y mejorar la productividad, siempre y cuando exista un potencial genético apropiado. Los obstáculos que limitan la implementación de medidas de mitigación, técnicamente son aplicables, sin embargo la historia de las investigaciones nos dice que las posibilidades son reducidas si no se tiene un programa establecido (Hristov et al., 2013).

#### 4. Discusión

El manejo del estiércol en los hatos lecheros es una cuestión crucial tanto para la sostenibilidad ambiental como para la eficiencia en la producción agrícola. Los resultados de este estudio revelan que, aunque los productores de leche están conscientes del valor agronómico del estiércol, existe una notable falta de conciencia sobre sus implicaciones ambientales, particularmente en lo que respecta a las emisiones de gases de efecto invernadero.

En términos de prácticas actuales, la recolección diaria del estiércol y su almacenamiento al aire libre con tratamiento mediante solarización son métodos comunes. La solarización, que implica la exposición del estiércol a la luz solar para descomponer patógenos y reducir la carga de nutrientes, tiene la ventaja de ser una técnica de bajo costo y relativamente sencilla. Sin embargo, este método no aborda de manera efectiva la emisión de gases como el metano y el dióxido de carbono, que se liberan durante la descomposición anaeróbica del estiércol. Este hallazgo es consistente con la literatura existente, que señala que la exposición al aire libre sin un manejo adecuado puede incrementar la liberación de estos gases (Smith et al., 2014).

La percepción de los productores sobre el estiércol como fuente de emisión de gases de efecto invernadero es preocupante, ya que muy pocos reconocen este aspecto. Esta falta de conciencia podría estar limitando la implementación de prácticas más sostenibles y eficientes. Los estudios previos han demostrado que la educación y la formación sobre los impactos ambientales del estiércol y las técnicas de manejo pueden llevar a una mayor adopción de prácticas que mitiguen las emisiones (Harrison et al., 2016). En este sentido, los resultados de nuestro estudio subrayan la necesidad de programas de capacitación específicos para mejorar la comprensión de los productores sobre el impacto am-

biental del estiércol y las técnicas disponibles para su manejo adecuado.

A pesar de la falta de reconocimiento del impacto ambiental, es alentador que la mayoría de los productores esté interesada en aprender a elaborar abonos orgánicos. Este interés puede ser una vía para introducir prácticas más sostenibles y promover el uso de estiércol de manera que se minimicen sus impactos negativos. La elaboración de abonos orgánicos, al integrar técnicas de compostaje, puede reducir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la calidad del suelo (Miller et al., 2019). La promoción de técnicas como el compostaje y la incorporación de estiércol en sistemas de manejo sostenible de nutrientes podría ser clave para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la sostenibilidad en la producción lechera.

##### 4.1. Conclusiones

El estudio revela que el manejo del estiércol es relativamente deficiente. Los productores en primera instancia no perciben que el mal manejo del estiércol es emisor de GEI, sin embargo, en otro momento reconocen que se debe hacer un buen manejo del estiércol para reducir las emisiones. En estas circunstancias sólo el 10 % de productores califican como bueno el manejo del estiércol en sus predios y el 36 % como mala. Finalmente, el 70 % de productores manifiestan interés por aprender a elaborar abonos orgánicos como alternativa para mitigar las emisiones.

Se recomienda fomentar el manejo seguro del estiércol en los hatos lecheros, con el fin de reducir su impacto ambiental. Es necesario la intervención de las autoridades para mejorar el conocimiento y fomentar prácticas seguras en el manejo del estiércol. La capacitación de los productores pecuarios, junto con la promoción de la elaboración de abonos orgánicos, deben ser los principales enfoques de estas intervenciones.

#### Referencias

- Awasthi, M. K., Sarsaiya, S., Wainaina, S., Rajendran, K., Kumar, S., Quan, W., Duan, Y., Awasthi, S. K., Chen, H., Pandey, A., Zhang, Z., Jain, A., & Taherzadeh, M. J. (2019). A critical review of organic manure biorefinery models toward sustainable circular bioeconomy: Technological challenges, advancements, innovations, and future perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 111, 115-131. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.05.017>
- Chadwick, D., Sommer, S., Thorman, R., Fanguero, D., Cardenas, L., Amon, B., & Misselbrook, T. (2011). Manure management: Implications for greenhouse gas emissions. *Animal Feed Science and Technology*, 166-167, 514-531. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.036>
- Christophe, S., Pentieva, K., & Botsaris, G. (2023). Knowledge and Practices of Cypriot Bovine Farmers towards Effective and Safe Manure Management. *Veterinary Sciences*, 10(4), 293. <https://doi.org/10.3390/vetsci10040293>



- Grossi, G., Goglio, P., Vitali, A., & Williams, A. G. (2019). Livestock and climate change: Impact of livestock on climate and mitigation strategies. *Animal Frontiers*, 9(1), 69-76. <https://doi.org/10.1093/af/vfy034>
- Huerta-Muñoz, E., Cruz-Hernández, J., & Aguirre-Álvarez, L. (2019). La Apreciación de Abonos Orgánicos Para La Gestión Local Comunitaria de Estiércoles En Los Traspacios. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 29(53). <https://doi.org/10.24836/es.v29i53.702>
- Hunter, L. M., Strife, S., & Twine, W. (2010). Environmental Perceptions of Rural South African Residents: The Complex Nature of Environmental Concern. *Society & Natural Resources*, 23(6), 525-541. <https://doi.org/10.1080/08941920903357782>
- Majbar, Z., El Madani, F.-Z., Khalis, M., Lahlou, K., Ben Abbou, M., Majbar, E. B., Bourhia, M., AL-Huqail, A. A., El Askary, A., Khalifa, A. S., Ouahmane, L., Taleb, M., El Haji, M., & Rais, Z. (2021). Farmers Perceptions and Willingness of Compost Production and Use to Contribute to Environmental Sustainability. *Sustainability*, 13(23), 13335. <https://doi.org/10.3390/su132313335>
- Mendoza, A., Jepsen, K., Rufí-Salís, M., Ventura, S., Madrid Lopez, C., & Villalba, G. (2022). Mapping direct N2O emissions from peri-urban agriculture: The case of the Metropolitan Area of Barcelona. *Science of The Total Environment*, 822, 153514. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153514>
- Richards, D., & Yabar, H. (2023). Promoting energy and resource recovery from livestock waste: Case study Yuge Farm, Japan. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 7, 100299. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2023.100299>
- Rivera, J. E., & Chará, J. (2021). CH4 and N2O Emissions From Cattle Excreta: A Review of Main Drivers and Mitigation Strategies in Grazing Systems. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 657936. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.657936>
- Rotz, C. A. (2018). Modeling greenhouse gas emissions from dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 101(7), 6675-6690. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13272>
- Zhang, S., Sun, L., Wang, Y., Fan, K., Xu, Q., Li, Y., Ma, Q., Wang, J., Ren, W., & Ding, Z. (2020). Cow manure application effectively regulates the soil bacterial community in tea plantation. *BMC Microbiology*, 20(1), 190. <https://doi.org/10.1186/s12866-020-01871-y>

**Tabla 7***La percepción sobre efectos del estiércol e interés por elaborar abonos orgánicos*

Posibles respuestas	Numero de respuestas					
	G	M	P	Total	%	p
El mal manejo del estiércol produce gases de efecto invernadero (GEI) que ocasiona el calentamiento global 1. n = 121						
No sabe	0	21	32	53	43.8	<0.001
No es cierto	7	11	18	36	29.8	
Es cierto	15	13	4	32	26.4	
Un buen manejo del estiércol reduce las emisiones de GEI que producen el calentamiento global 2. n = 124						
En desacuerdo	0	10	8	18	14.5	<0.001
Indeciso	3	13	25	41	33.1	
De acuerdo	19	22	24	65	52.4	
¿Cómo calificaría el manejo del estiércol en su predio? 3. n = 124						
Mala	0	14	30	44	35.5	<0.001
Regular	13	28	27	68	54.8	
Buena	9	3	0	12	9.7	
Un aspecto importante del buen manejo del estiércol es la elaboración de abonos orgánicos; ¿estaría interesado en aprender a elaborarlos? 4. n = 124						
Nada interesado	0	10	8	18	14.5	<0.001
Indeciso	9	4	6	19	15.3	
Interesado	13	31	43	87	70.2	
¿Quién debería ser el encargado de brindar el servicio de capacitación en elaboración de abonos orgánicos? n = 122						
Ministerio de Agricultura	2	11	11	24	19.7	<0.001
Gobierno Local	9	16	18	43	35.2	
Gobierno Regional	3	7	9	19	15.6	
Universidades	8	9	14	31	25.4	
ONGs	0	2	3	5	4.1	

*Nota.* n: número de respuestas totales en cada pregunta; G: UP grandes; M: UP medianas; P: UP pequeñas; %: Porcentaje de encuestados que eligieron cada respuesta; p: probabilidad Chi cuadrada. 1: grado de instrucción (GI) vs mal manejo del estiércol produce GEI,  $\rho = 0.284$ ,  $p = 0.002$ . 2: GI vs buen manejo del estiércol reduce GEI,  $\rho = 0.369$ ,  $p = 0.000$ . 3: GI vs calificación del manejo del estiércol en el predio,  $\rho = 0.423$ ,  $p = 0.000$ . 4: GI vs interés por elaborar abonos orgánicos,  $\rho = -0.084$ ,  $p = 0.356$ .