



Caracterización de la gestión ambiental en tres unidades de producción lechera del Instituto de Ciencia Animal

Characterization of environmental management in three dairy production units from Instituto de Ciencia Animal

¹Katia Díaz Gómez^{1*}, ²Bárbara Garea Moreda², ³Areadne Sosa Ceijas¹,
⁴Yolaine Medina Mesa¹, ⁵Magaly Herrera Villafranca¹

¹Instituto de Ciencia Animal, Carretera Central, km 47½, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba
²Instituto de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, Ministerio de Educación Superior, La Habana, Cuba

*Autor para correspondencia: katiuki.alito@gmail.com

El sector lechero representa una actividad clave en el ámbito agropecuario cubano, aunque enfrenta importantes desafíos ambientales, debido al consumo de recursos naturales y la generación de residuos. El estudio se centró en la caracterización de la gestión ambiental en tres unidades de producción lechera del Instituto de Ciencia Animal para diagnosticar su desempeño e identificar áreas de mejora. Para ello, se aplicaron dos cuestionarios diferenciados, uno dirigido a trabajadores y otro a directivos y expertos, complementados con observación directa. Los resultados relevaban una fuerza laboral con baja estabilidad, solo 11 % de los trabajadores recibió capacitación ambiental. Se identificaron debilidades en el manejo de recursos naturales: uso extensivo del suelo sin fertilización orgánica, 33 % reportó mala calidad del agua, y ningún caso con medición de consumo. En gestión de residuos, en dos unidades los desechos sólidos se queman y los líquidos se vierten sin tratamiento. De los directivos y expertos, 84 % conoce de la existencia de la estrategia ambiental institucional, pero se percibe baja implementación. La perspectiva de género no está bien integrada, y se percibe una desconexión entre el conocimiento de los directivos y su experiencia práctica. Se concluye que predomina una débil cultura ambiental operativa, con escasa aplicación de normativas y bajo aprovechamiento de recursos naturales. La estrategia ambiental institucional requiere mayor implementación, enfoque territorial y perspectiva de género. Se recomienda implementar programas de capacitación continua, proyectos piloto con energías renovables y el establecimiento de indicadores para el monitoreo ambiental en las unidades lecheras.

The dairy sector represents a key activity in Cuban agriculture, although it faces significant environmental challenges due to the use of natural resources and the generation of wastes. The study focused on characterizing environmental management in three dairy production units from Instituto de Ciencia Animal to diagnose their performance and identify areas for improvement. To this end, two separate questionnaires were applied, one directed at workers and the other at managers and experts, complemented by direct observation. The results revealed a workforce with low stability; only 11 % of workers received environmental training. Weaknesses were identified in the management of natural resources: extensive use of land without organic fertilization, 33 % reported poor water quality, and no cases with consumption measurement. In waste management, in two units, solid wastes are burned and liquids are dumped without treatment. Of the managers and experts, 84 % are aware of the existence of the institutional environmental strategy, but low implementation is perceived. The gender perspective is not well integrated, and there is a perceived disconnect between managers' knowledge and their practical experience. It is concluded that a weak operational environmental culture predominates, with little application of regulations and low use of natural resources. The institutional environmental strategy requires greater implementation, a territorial focus, and a gender perspective. It is recommended to implement continuous training programs, main projects with renewable energies and the establishment of indicators for environmental monitoring in dairy units.

Palabras clave: evaluación, gestión ambiental, lechería, sostenibilidad

Key words: assessment, dairy unit, environmental management, sustainability

Recibido: 01 de noviembre de 2025

Aceptado: 03 de febrero de 2026

Conflictos de interés: Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

Declaración de Contribución de Autoría CRediT: Conceptualización, Curación de datos, Investigación, Redacción-documento original: Katia Díaz Gómez. Conceptualización, Curación de datos, Investigación, Metodología, Supervisión, Redacción-documento original: Bárbara Garea Moreda. Conceptualización, Investigación, Supervisión: Areadne Sosa Ceijas. Curación de datos, Análisis formal: Yolaine Medina Mesa, Magaly Herrera Villafranca.



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Introducción

La producción lechera es una actividad clave para la seguridad alimentaria en Cuba. No obstante, como sistema agropecuario intensivo, conlleva una significativa demanda de recursos naturales y una generación constante de residuos, lo que plantea importantes desafíos ambientales (Ritter *et al.* 2020). A nivel global, existe una creciente tendencia a establecer parámetros obligatorios de sostenibilidad en la ganadería. Sin embargo, en América Latina y el Caribe persisten brechas productivas, ambientales y de capacidades humanas que dificultan esta transición (Mahecha-Ledesma *et al.* 2022).

La gestión ambiental se erige como la herramienta fundamental para orientar los procesos de transformación hacia sistemas agropecuarios resilientes y ambientalmente responsables. Según Rodríguez-Sánchez (2021), esta gestión se debe analizar con un enfoque multidimensional para evaluar cómo la actividad económica influye en la conservación del ambiente natural y social donde se producen bienes y servicios.

De acuerdo con Gutiérrez Peña *et al.* (2019), la implementación de los indicadores reveló que las granjas con mejor gestión ambiental también tendían a ser más rentables a largo plazo. Esto ofrece un marco de indicadores específicos para operacionalizar la variable gestión ambiental. Se puede adaptar cada uno de los indicadores seleccionados para caracterizar y comparar sistemáticamente las unidades de estudio.

Si bien estudios como los de Valentí *et al.* (2023) han abordado la gestión ambiental lechera, existe carencia de caracterizaciones integrales que combinen indicadores cualitativos y cuantitativos en unidades de producción con un mandato de investigación como las del Instituto de Ciencia Animal (ICA), donde la transferencia tecnológica es un componente clave.

El ICA desarrolla investigaciones orientadas a la nutrición animal y sistemas agroecológicos sostenibles. Sin embargo, no se dispone de una caracterización ambiental y sistemática de sus propias unidades productoras de leche. Esta falta de diagnóstico interno limita la gestión ambiental efectiva, la aplicación de sus propias investigaciones en el territorio que ocupa y la alineación con las estrategias nacionales del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA).

Este objetivo de este estudio fue caracterizar la gestión ambiental en tres unidades de producción lechera del ICA, con el fin de identificar problemas específicos y evaluar capacidades existentes. Los resultados aportarán una línea base fundamental para la toma de decisiones y la implementación de prácticas más sostenibles en el sector lechero institucional cubano.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en tres unidades lecheras del ICA (Vaquería B, Genético III y Genético IV). El Instituto está ubicado en la llanura Habana-Matanzas, entre los 22° 53' latitud norte y 82° 02' longitud oeste, a una altura de 80 m sobre el nivel del mar. Pertenece al municipio San José de las Lajas, provincia Mayabeque, Cuba. El área tiene un clima estacionario, húmedo tropical, con promedio de precipitaciones anuales, en el período lluvioso y poco lluvioso, de 1300 mm, temperatura máxima superior a 27 °C y temperatura mínima de 15 °C (Herrera *et al.* 2018).

Estas unidades se seleccionaron mediante un muestreo intencional no probabilístico, basado en los siguientes criterios de inclusión:

- Representatividad institucional: unidades que combinan actividades de producción e investigación
- Diversidad productiva: diferentes escalas y sistemas de manejo existentes en el ICA
- Accesibilidad: disponibilidad para la recolección de datos y observación directa
- Relevancia estratégica: importancia en los programas de investigación y producción del instituto

El tipo de investigación es descriptiva. Se utilizaron métodos teóricos (analítico-sintético, inductivo-deductivo) y empíricos (encuestas, observación directa). Se diseñaron dos cuestionarios: uno para los trabajadores de las unidades (9 personas) (total de trabajadores directo a la producción) y otro para directivos y expertos de acuerdo con el vínculo de su cargo o experiencia con la producción de leche y la gestión ambiental (19 individuos) (6.05 % del total de trabajadores y el 100 % de los directivos y expertos). La muestra total de 28 participantes se considera adecuada para un estudio de caso cualitativo con enfoque mixto, lo que permite la saturación de información y la triangulación de perspectivas.

Característica del instrumento

Primer cuestionario: Estructurado, con preguntas cerradas y abiertas, conformado por 52 preguntas. Se llevó a cabo de manera presencial con apoyo del investigador mediante reuniones con grupos de trabajo. Las dimensiones exploradas incluyeron perfil laboral, uso de recursos, percepción ambiental, género, residuos, normativas y formación. Se tomó como referencia el trabajo de investigación de González *et al.* (2017).

Segundo cuestionario: Estructurado con preguntas cerradas y abiertas, conformado por 12 preguntas, con el fin de evaluar el nivel de conocimiento y experiencia, percepción sobre la estrategia institucional y prioridades de capacitación y mejora sobre la gestión ambiental de las unidades lecheras del

Instituto de Ciencia Animal. Se tomó como base el Manual de capacitación para evaluaciones ambientales integrales y Ejemplos de buenas prácticas de evaluaciones ambientales integrales en América Latina y el Caribe (PNUMA 2010). Además, fueron de referencia estudios realizados por Acosta Gutiérrez *et al.* (2018) y Mateo Rodríguez *et al.* (2024). Se aplicó la Plataforma Google Forms.

Análisis estadístico: Se utilizó el programa Excel y el programa estadístico ComparPro versión 1. (Font *et al.* 2007). Se aplicaron las siguientes pruebas (comparación de proporciones (Chi cuadrado) y la dócima de Duncan (1955) ($p < 0.05$) para establecer relaciones y diferencias en los casos necesarios.

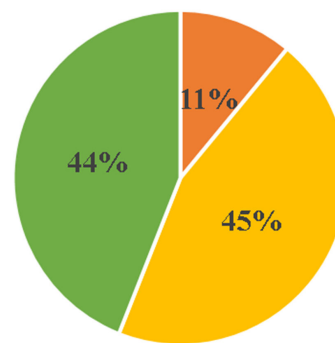
Resultados y Discusión

Perfil de los encuestados: El promedio de trabajadores es de 3 por unidad, para un total de 9 personas. Los trabajadores presentan un nivel de escolaridad (secundaria y preuniversitaria). De los encuestados, 72 % pertenece al sexo masculino y el resto son femenino. Se observa desigualdad de género, donde la función de la mujer se percibe como limitado al ordeño por 100 % de los trabajadores. Este resultado concuerda por lo informado por Benítez *et al.* (2021) sobre la masculinización del sector agropecuario cubano. Estos desafíos indican la pertinencia de avanzar hacia un enfoque de género en el desarrollo, centrado en las relaciones de poder, que cuestione las funciones tradicionales y promueva la participación equitativa, lo que a su vez incorpore nuevas perspectivas y habilidades a la gestión de las unidades.

De los trabajadores, 67 % cuenta con una edad promedio entre 35 y 65 años y 33 % son trabajadores con menos de 35 años de edad (tabla 1, figura 1). Por lo tanto, para una relación entre la escolaridad y la edad del productor se puede observar que a mayor edad menos nivel de escolaridad y por consecuencia, el proceso de adopción tecnológica y prácticas sostenibles se vuelve más complejo, aunque algunos productores de mayor edad cuentan con experiencia, no se da la innovación de manera fácil, lo que está demostrado por Ojeda Carrasco *et al.* (2020), quienes destacan que a menor edad del productor se cuenta con mayor escolaridad. Por ello, las generaciones más jóvenes contarán con mayor número de años de escolaridad, en contraste con sus antecesores.

Tabla 1. Distribución de los trabajadores de las unidades lecheras

Unidades	Sexo		Nivel de escolaridad			Rango de edad		
	M	F	Primaria	Secundaria	Preuniversitario	Menos de 35 años	De 35 a 50 años	De 51 a 65 años
Vaquería B	3		1	1	1	3		
Genético 3	3			2	1		1	2
Genético 4	2	1	1		2		1	2



■ Primaria ■ Secundaria ■ Pre-universitario

Figura 1. Nivel de escolaridad de los trabajadores de las tres unidades de producción lechera

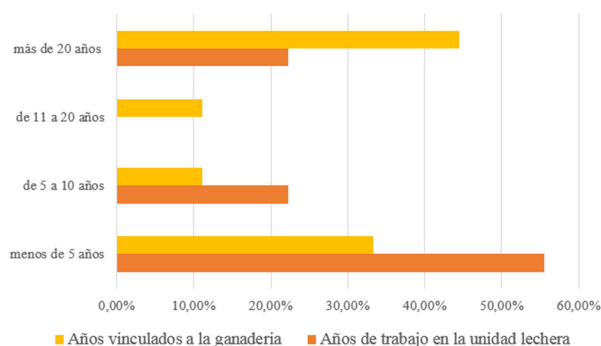


Figura 2. Comportamiento de los años vinculados a la ganadería y los años de experiencia en la vaquería

La figura 2 muestra que 44.44 % de los trabajadores se han dedicado a la cría de ganado bovino por más de 20 años, mientras que 55.56 % lleva menos de cinco años trabajando en la unidad. La inestabilidad del personal dificulta la acumulación de experiencia específica y el compromiso a largo plazo con la mejora ambiental de la unidad. No existe tradición familiar, el factor económico influye, teniendo en cuenta que los trabajadores no reciben pago adicional y buscan mejorar sus niveles de vida. Estos datos difieren de lo referido por Ojeda Carrasco *et al.* (2020), quienes consideran que habrá transmisibilidad en las siguientes generaciones.

En el caso de los directivos y expertos, 74 % pertenece al sexo femenino y 26 % al sexo masculino. Son doctores en ciencia 84.21 % y 15.79 % son maestros en ciencia. De los directivos y expertos, 42 % contaba con menos de 20 años vinculados a la gestión ambiental, coincidiendo con el auge que tuvo esta ciencia a partir de la década de los 90. Desde sus inicios, se busca la conservación de los recursos naturales y contribuir al desarrollo ecológicamente sustentable (figura 3).

Señalan Vidal y Asuaga (2021) que la gestión ambiental es una estrategia mediante la cual se organizan las actividades que afectan al medio ambiente, con el fin de lograr la adecuada calidad de vida, al mitigar y fomentar los problemas ambientales. Cabe destacar que no se cuenta con un profesional de la rama medioambiental, lo que se evidencia por la falta de experiencia y poco dinamismo de las actividades.

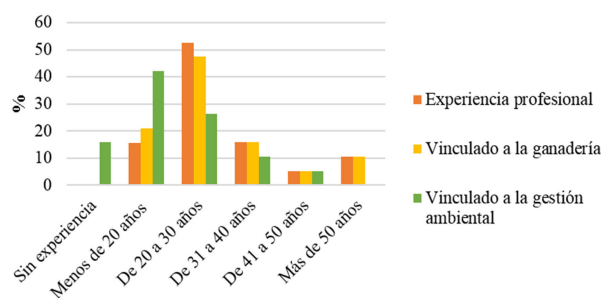


Figura 3. Años de experiencia como profesional, años vinculados a la ganadería y a la gestión ambiental de los encuestados

Manejo de recursos naturales: Se identificó el uso extensivo del suelo sin prácticas de fertilización orgánica. La ausencia de prácticas de conservación como la incorporación de materia orgánica o la rotación sistemática de cultivos en dos de las tres unidades, lo que constituye un factor de riesgo para su degradación a medio plazo. Este resultado se alinea con las advertencias de Gerber et al. (2013) sobre como el manejo agronómico inadecuado en sistemas lecheros puede ejercer una presión constante que degrade el estado del recurso suelo, afectando su productividad futura.

Respecto al recurso hídrico, 33 % de los trabajadores reportó mala calidad del agua. La dependencia de tanques y pozo, a lo que se adiciona la falta de medición del consumo, refleja una gestión reactiva en lugar de preventiva. La percepción de la mala calidad del agua por acueducto en una unidad sugiere vulnerabilidades en la infraestructura. Esta situación es común en sistemas ganaderos con limitaciones tecnológicas, donde la gestión del agua no suele ser priorizada hasta que se manifiesta una crisis (FAO 2019).

Se identifican condiciones de sequía moderada y lluvias irregulares con influencia climática diferenciada entre unidades en los últimos cinco años. Este comportamiento se debe a la ubicación de las unidades, al estar distantes presentan

microclimas diferentes. Destaca Ponvert- Delisles Batista (2016) que las variaciones en las condiciones climáticas han ejercido un impacto negativo sobre la actividad agrícola. El ascenso de la temperatura ha estado acompañado de reducción del total de las precipitaciones anuales del 10 y 20 % y estas han disminuido en el período lluvioso del año y aumentan en el poco lluvioso. Las diferentes respuestas en cuanto a la presencia de inundaciones están dadas por diferencias en el relieve y el tipo de suelo donde se localizan las unidades, debido a que han estado sometidos a constantes cambios en los últimos 30 años, por lo que existe mayor escurrimiento en las dos primeras, de acuerdo con lo planteado por Álvarez et al. (2012).

Otro de los problemas ambientales que afecta las unidades en los últimos años son las afectaciones en la biodiversidad, lo que indica como causa principal las plantas invasoras. Por esta situación se deben considerar entre las medidas, la aplicación de programas de recuperación de tierras ociosas, lo que permitiría disponer de más área para el pastoreo y la producción de forrajes. Según Acosta Gutiérrez et al. (2018), la presencia de especies invasoras afecta la productividad y calidad de los pastizales, al ocupar áreas dedicadas a este fin, además establecen competencia por el agua, la luz y los nutrientes, cuestiones necesarias para asegurar la eficiencia y sostenibilidad de los sistemas ganaderos.

Con relación al estado y uso de la energía, 100 % de los trabajadores de las unidades respondieron que cuentan con energía eléctrica en la unidad y que no utilizan fuentes renovables de energía. A pesar de esto, los directivos y expertos reconocieron el potencial de las tecnologías asociadas a fuentes renovables de energía para garantizar el funcionamiento estable de unidades lecheras (tabla 2).

De las variables que conforman el modelo, los paneles solares es una tecnología que predomina mayoritariamente para desarrollar los diferentes servicios mencionados. Sin embargo, los encuestados no consideran la utilización de molinos de vientos en las áreas de estudio. Describen Rosas Leutenegger y Villasana López (2022) que la adopción de tecnologías en los sistemas de producción en el sector agroalimentario requiere del entendimiento del fenómeno con miras a una mejora de la eficacia de los procesos. El factor económico influye en la toma de decisión para la implementación de la tecnología, según lo planteado por Cerón-Muñoz et al. (2022). Por consiguiente, la articulación de la entidad, los trabajadores y el gobierno local crean espacios demostrativos para generar confianza en el uso y funcionamiento estas.

Gestión de residuos: En dos de las tres unidades los desechos sólidos se queman, y los líquidos se vierten al desagüe sin tratamiento previo. En ninguna de las unidades se manejan residuos peligrosos. Esta situación puede afectar la salud animal, con las consiguientes implicaciones en el ambiente humano. El vertimiento de los residuales puede provocar la contaminación de aguas superficiales y subterráneas, si se tiene en cuenta que estas unidades están

Tabla 2. Percepción con relación al uso de tecnologías asociadas a fuentes renovables de energía para el funcionamiento estable de unidades lecheras (%)

Tecnologías de fuentes renovables de energía	Paneles fotovoltaicos	Calentadores solares	Molinos de viento	Biodigestores	No respondió	EE y Signif.
Servicio energético						
Cerca eléctrica	84.21 ^a	5.26 ^b	0 ^b	5.26 ^b	5.26 ^b	±9.18, p=0.001
Ordeño mecanizado	73.68 ^a	5.26 ^b	0 ^b	15.79 ^b	5.26 ^b	±9.18, p=0.001
Bombeo de agua	36.84 ^a	5.26 ^b	52.63 ^a	0 ^b	5.26 ^b	±9.18, p=0.001
Iluminación	57.89 ^a	15.79 ^b	0 ^b	26.32 ^b		±9.93, p=0.001
Calentamiento agua limpieza	5.26 ^a	89.47 ^b	0 ^b	5.26 ^b		±9.93, p=0.001
Preparación del pasto y forraje	52.63 ^a	0 ^b	21.05 ^b	5.26 ^b	21.05 ^b	±9.18, p=0.001
Cocción de alimentos	10.53 ^b	10.53 ^b	0 ^b	68.42 ^a	10.53 ^b	±9.18, p=0.001
Refrigeración	36.84 ^a	5.26 ^b	0 ^b	42.11 ^a	15.79 ^{ab}	±9.18, p=0.01

^{a,b} letras distintas en filas indican diferencias significativas a $p < 0.05$ (Duncan 1955), EE: Error Estándar

ubicadas sobre la cuenca del río Mayabeque. Vélez-Castro *et al.* (2014) plantean que sobre este sector productivo recae una gran responsabilidad, no solo con relación a los posibles efectos sobre la salud de los consumidores y el ambiente en el que se desarrolla. Urge un cambio de actitud respecto al manejo del sistema y todos sus componentes hasta la interrelación con la cadena económica y social. Entre los aspectos más relevantes, existe una normatividad que reclama el cambio en el sector y la retribución de los beneficios económicos que se han recibido con respecto a la deuda social y ambiental acumulada, que en estos momentos es indispensable afrontar por el bien de la sociedad.

Gestión institucional ambiental: La tabla 3 muestra el nivel de conocimiento y experiencia de directivos y expertos en temas relacionados con la gestión ambiental. Las respuestas estuvieron entre suficiente y aceptable, lo que demuestra la preparación en los temas, pero la falta de experiencia evidencia la poca vinculación al desarrollo de investigaciones en estas temáticas, como es el caso de las energías renovables, lo que ayuda a priorizar capacitaciones. Esto coincide con informes de González-Mejías *et al.* (2018), quienes plantean

que la brecha entre el conocimiento técnico y aplicación práctica es común en sistemas lecheros de países en desarrollo, donde la disponibilidad de recursos limita la implementación efectiva. Por otra parte, se evidencia mayor experiencia en bienestar animal, lo que confirma lo referido por Rueda *et al.* (2017), quienes refieren que la capacitación en temas ambientales se tiende a concentrar en aspectos productivos inmediatos, dejando de lado tecnologías innovadoras.

De los directivos, 84 % conoce la estrategia ambiental del ICA, pero perciben baja implementación, escaso vínculo con desarrollo local y falta de proyectos. Se señala limitada capacitación, débil percepción de riesgos y escaso acceso a soluciones tecnológicas. La estrategia no aborda claramente cadenas de valor, economía circular o empoderamiento de las mujeres. Esto representa un vacío importante según la autora. Cerrar esa brecha no solo es justo, sino que contribuye a un modelo económico competitivo y resiliente. Adicionalmente, contar con espacios para el debate puede impulsar prácticas innovadoras. Además, la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres se establecen como uno de los tres valores universales que guían los

Tabla 3. Nivel de conocimiento y experiencia de los directivos y expertos en temas relacionados con la gestión ambiental

TEMA	Conocimiento suficiente/aceptable	Experiencia suficiente/aceptable
Manejo de residuos	68.43 %	52.63 %
Gestión del agua	63.15 %	57.89 %
Energía renovables	68.42 %	36.84 %
Bienestar animal	84.21 %	78.94 %
Prácticas agroecológicas	89.48 %	73.68 %

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Por lo tanto, la igualdad de género representa un componente integral para lograr un desarrollo inclusivo y sostenible. En este sentido, la economía circular se puede considerar un facilitador y una herramienta para alcanzar varios ODS. Al analizar la contribución de la estrategia de la institución en determinadas dimensiones, la encuesta arrojó diferencias significativas en todos los casos como se observa en la siguiente tabla (tabla 4).

Los resultados revelan una estrategia ambiental percibida como moderadamente efectiva, pero con debilidades en su implementación tecnológica e integración social, validando la hipótesis de investigación sobre las limitaciones de gestión son más que técnicas. La percepción de los directivos y expertos sugiere que se requiere una revisión de los mecanismos operacional de la estrategia ambiental para lograr los impactos deseados en sostenibilidad lechera.

Necesidades de capacitación: De los trabajadores, 11 % ha recibido capacitación ambiental. Roca Cedeño (2022)

menciona que todo tipo de actividades agropecuarias genera alteraciones a los bienes ambientales. A tal efecto, las capacitaciones hacia los productores forman pilares fundamentales para el desarrollo de buenas prácticas, sean agrícolas, ambientales, sociales y de producción. Ningún trabajador de las unidades describió los temas en los que les gustaría capacitarse, lo que demuestra la falta de conocimiento en la temática.

Los directivos y expertos consideraron como significativamente prioritarios todos los temas que se relacionan en la tabla 5. El éxito de una organización depende cada vez más de los conocimientos, habilidades y destrezas de sus directivos (Almaguer Álvarez 2017). De esta manera, la capacitación se debe realizar de forma sistemática, planificada y permanente, debido a las exigencias que imponen los constantes cambios en el entorno nacional e internacional y para alcanzar los propósitos del estado y el gobierno en la gestión de las organizaciones.

Tabla 4. Percepción de directivos y expertos con relación a la contribución de la estrategia ambiental en dimensiones claves (%)

Tema	Contribuye significativamente	Contribuye moderadamente	Contribuye poco	No contribuye	No tengo opinión	EE y Signif.
Agua	21.05 ^{ab}	36.84 ^a	31.58 ^{ab}	5.26 ^b	5.26 ^b	±9.18, p<0.05
Energía	21.05 ^{ab}	36.84 ^a	36.84 ^a	0 ^b	5.26 ^b	±9.18, p=0.01
Estímulo a la economía circular	15.79 ^{ab}	26.32 ^{ab}	0 ^b	42.11 ^a	15.79 ^{ab}	±9.18, p<0.05
Enfoque a la igualdad de género y empoderamiento de las mujeres	31.58	36.84	15.79	10.53	5.26	±9.18, p>0.05

^{a,b}, letras distintas en filas indican diferencias significativas a p<0.05 (Duncan 1955), EE: Error Estándar

Tabla 5. Prioridad de capacitación en temas ambientales según el criterio de directivos y expertos (%)

Temas	Niveles			
	Significativamente prioritario	Moderadamente prioritario	Poco prioritario	Signif.
Manejo de residuos (gestión de residuos)	84.21 ^a	10.53 ^b	5.26 ^b	p=0.001
Tratamiento de residuos (procesos técnicos y operativos)	73.68 ^a	21.05 ^b	5.26 ^b	p=0.001
Uso racional del suelo	78.95 ^a	21.05 ^b	0 ^b	p=0.001
Pastoreo controlado	57.89 ^a	42.11 ^a	0 ^b	p=0.001
Gestión del agua	73.68 ^a	21.05 ^b	5.26 ^b	p=0.001
Bienestar animal	68.42 ^a	26.32 ^b	5.26 ^b	p=0.001
Conservación de la biodiversidad	68.42 ^a	31.58 ^b	0 ^b	p=0.001
Prácticas agroecológicas	68.42 ^a	31.58 ^b	0 ^b	p=0.001
Energías renovables (solar térmica, fotovoltaica, eólica)	89.47 ^a	10.53 ^b	0 ^b	p=0.001
Energías renovables (Bioenergía)	78.95 ^a	15.79 ^b	5.26 ^b	p=0.001
Reducción de emisiones de GEI	73.68 ^a	21.05 ^b	5.26 ^b	p=0.001

Error Estándar: ±10.81, ^{a,b,c} letras distintas en filas indican diferencias significativas a p<0.05 (Duncan 1955)

Conclusiones

El estudio permitió caracterizar la gestión ambiental en tres unidades lecheras del ICA, identificando fortalezas y debilidades. Se evidencia una débil cultura ambiental institucional y operativa, con escasa aplicación de normativas y bajo aprovechamiento de recursos naturales. La estrategia ambiental institucional requiere mayor implementación, enfoque territorial y perspectiva de género. Se recomienda diseñar programas de capacitación ambiental continua, implementar proyectos piloto con energías renovables y establecer indicadores para el monitoreo ambiental en las unidades lecheras.

Referencias

- Acosta Gutiérrez, Z.G., Pereda Mouso, J. & Plasencia Fraga, J.M. (2018). Integración de herramientas de gestión ambiental para reducir la vulnerabilidad en áreas ganaderas. *Revista de Producción Animal*, 30(3): 1-5, ISSN: 2224-7920. http://scielo.sld.cu/php?script=sci_arttex&pid=S222479202018000300001&Ing=es&tIng=es.
- Almaguer Álvarez, A. 2017. Procedimiento para la capacitación ambiental de los cuadros y reservas del sistema empresarial cubano. *Revista didáctica y educación*. Edición especial, VIII(5): 167-182, ISSN: 2224-2643. <http://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalia>.
- Álvarez, F.G., Herrera, H.J., Alonso, G.B. & Barreras, A.S. (2012). Calidad de la leche cruda en unidades de producción familiar del sur de Ciudad de México. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 44(3): 237-242, ISSN: 0301- 732X. <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2012000300005>.
- Benítez-Fernández, B., Crespo-Morales, A., Casanova, C., Méndez-Bordón, A., Hernández-Beltrán, Y. Ortiz-Pérez, R., Acosta-Roca, R. & Romero-Sarduy, M.I. (2021). Impactos de la estrategia de género en el sector agropecuario, a través del Proyecto de Innovación Agropecuaria Local (PIAL). *Revista Cultivos Tropicales*, 42(1): e04, ISSN: 1819- 4087. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttex&pid=S025859362021000100004&ing=es&tIng=es.
- Cerón-Muñoz, M.F., Pérez, M.T., Yepes, J.J.T., Ledesma, L.M., Ángulo-Arizala, J., Guarín, J.F., Medina-Sierra, M., Houwers, W. & Wouters, B. (2022). Evaluación de la adopción de tecnologías en producción lechera. En: *Innovación en la investigación agropecuaria*. Fondo Editorial Biogénesis, 146-168, ISBN: 978-628-7519-65-9. <http://revistas.udea.edu.co>.
- Duncan, D.B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11(1): 1- 42, ISSN: 1541-0420. <https://doi.org/10.2307/3001478>.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2019). Climate change and the global dairy cattle sector - The role of the dairy sector in a low-carbon future. <https://www.fao.org/3/CA2929EN/ca2929en.pdf>.
- Font H., Noda, A. Torres, V., Herrera M., Lizazo D., Sarduy, L. & Rodríguez, L. (2007). ComparPro versión 1. Dpto. Biomatemática, Instituto de Ciencia Animal, Cuba.
- Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. & Tempio, G. (2013). Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería - Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación. FAO. <https://www.fao.org/3/i3437s/i3437s.pdf>.
- González, D., Alvarado, C. & Marín, C. (2017). Diseño y validación de una encuesta para la caracterización de unidades de producción caprina. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 58(2): 68-74, ISSN: 0258-6576. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=373154833005>.
- Gutiérrez - Peña, R., Mena, Y., Batalla, I. & Mancilla-Leytón, J.M. (2019). A system of indicator for the sustainability assessment of extensive Dairy farms in Andalusia, Spain. *Sustainability*, 11(17): 4680, ISSN: 2071-1050. <https://doi.org/10.3390/su11174680>.
- Herrera, R.S., García, M. & Cruz, A.M. (2018). Estudio de algunos indicadores del clima en el Instituto de Ciencia Animal en el periodo 1967-2013 y su relación con los pastos. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 52(4): 411-421, ISSN: 2079-3480. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttex&pid=S2079-34802018000400411&Ing=es&tIng=es.
- Mahecha-Ledesma, L., Angulo-Arizala, J. & Argüello-Rangel, J. (2022). Sistemas silvopastoriles: estrategia para la articulación de la ganadería bovina a desafíos del siglo XXI. En H. Rodríguez Espinosa (Ed.). *Innovación en la investigación agropecuaria*. Fondo Editorial Biogénesis. Universidad de Antioquia, Colombia. pp. 103-143, ISBN: 978-628-7519-65-7.
- Mateo Rodríguez, J.A., Francke, A. & García Rodríguez, A. (2024). Diseño de un instrumento para evaluar la percepción ambiental y de desarrollo sostenible en centros universitarios en Cuba. *Revista Cub@: Medio Ambiente y Desarrollo*, 24: e04, ISSN: 1683-8904. <https://cu-id.com/1961/v24e04>.
- Ojeda Carrasco, J.J., Dolores Rueda Quiroz, L., Hernández García, A.L. & Espinosa Ayala, E. (2020). Caracterización del sistema de producción de leche en pequeña escala de la zona suroriente del Estado de México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 17(2): 201-215, ISSN: 2594-0244. <http://doi.org/10.22231/asyd.v17i2.1342>.
- PNUMA. (2010). Manual de capacitación GEO para la realización de evaluaciones ambientales integrales y la elaboración de informes. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. <http://www.pnuma.org>.

- Ponvert-Delisle Batista, D.R. (2016). Algunas consideraciones sobre el comportamiento de la sequía agrícola en la agricultura de Cuba y el uso de imágenes por satélites en su evaluación. *Revista Cultivos Tropicales*, 37(3): 22-41, ISSN: 1819-4087. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.4591.3843>.
- Ritter, C., Mills, K.E., Weary, D.M. & von Keyserlingk, M.A.G. 2020. Perspectives of western Canadian dairy farmers on the future of farming. *Journal of Dairy Science*, 103(11): 10273-10282, ISSN: 1525-3198. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18430>.
- Roca Cedeño, J.A., Rengifo-Cobeña, F.A., Yépez-García, M. J. & Vergara-Moncayo, A. I. (2022). Diagnóstico de los sistemas de producción bovina de carne y leche en la parroquia Quiroga. *Anuario Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, 13: 414-431, ISSN: 2218-3639. <http://anuarioeco.uo.edu.cu/index.php/aeco/oai>.
- Rodríguez-Sánchez, D. (2021). Evaluación de la gestión ambiental de la Empresa Cubana de Lubricantes, Santiago de Cuba. *Anuario Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, 12: 208-231, ISSN: 2218-3639. <http://anuarioeco.uo.edu.cu/index.php/aeco/oai>.
- Rosas Leutenegger, M. & Villasana López, P. (2022). Adopción de tecnologías en sistemas de producción agroalimentario: una revisión de literatura. *RIVAR (Santiago)*, 9(26): 177-190, ISSN: 0719-4994. <https://doi.org/10.35588/rivar.v9i26.5575>.
- Rueda, B.L., Blake, R.W., Nicholson, C.F., Fox, D.G., Tedeschi, L.O., Pell, A.N., Fernandes, E.C.M., Valentim, J.F. & Carneiro, J.C. (2017). Production and economic responses to intensification of pasture-based dairy production systems. *Journal of Dairy Science*, 90(4): 1875-1885, ISSN: 1525-3198. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-324>.
- Valenti, B., Trestini, S. & Lujan, H. (2023). Análisis de la huella de carbón e hídrica en sistemas de producción lechera: variabilidad y puntos críticos de mitigación. *Journal of Cleaner Production*, 405: 136998, ISSN: 1879-1786. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136998>.
- Vélez-Castro, M.T., Cano Arenas, R.L., Corrales-Julio, R. & García Vergara, M.C. (2014). Evaluación ambiental para la producción primaria de leche orgánica en hatos del municipio de Arjona, departamento de Bolívar, Colombia. *Ambiente y Desarrollo*, 18(35): 37-54, ISSN: 0121-7607. <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.AyD18-35.eapp>.
- Vidal A. & Asuaga C. (2021). Gestión ambiental en las organizaciones: una revisión de la literatura. *Revista del Instituto Internacional de Costos*, 18: 84-122, ISSN: 2718-8507. <http://intercostos.org/ojs/index.php/riic/article/view/33>.