

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
**PLAN DE MITIGACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN
EL SECTOR PORCINO DEL CANTÓN EL GUABO**

AUTOR

Zamora Bustamante Fabian Eduardo

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del grado académico en
MAGÍSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

TUTOR

Ing. Ramírez Cando Lenin, PhD

Santa Elena, Ecuador

Año 2025



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

**Ing. Víctor Toledo Montece, Mgtr.
COORDINADOR DEL PROGRAMA**

**Ing. Ramírez Cando Lenin, PhD
TUTOR**

**Ing. Laverde Albarracin Cristian, PhD
DOCENTE ESPECIALISTA**

**Qf. Calero Mendoza Rolando, PhD
DOCENTE ESPECIALISTA**

**Ab. Maria Rivera Gonzalez, Mgtr.
SECRETARIA GENERAL
UPSE**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por Zamora Bustamante Fabian Eduardo, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Gestión Ambiental.

TUTOR

Ing. Ramírez Cando Lenin, PhD

13 días del mes de marzo del año 2025



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Zamora Bustamante Fabian Eduardo**

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación, Plan de Mitigación de la Contaminación Ambiental en el Sector Porcino del Cantón El Guabo, previo a la obtención del título en Magíster en Gestión Ambiental, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente, este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Santa Elena, a los 13 días del mes de marzo del año 2025

EL AUTOR

Zamora Bustamante Fabian Eduardo



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado Plan de Mitigación de la Contaminación Ambiental en el Sector Porcino del Cantón El Guabo, presentado por el estudiante, Fabian Eduardo Zamora Bustamante fue enviado al Sistema Antiplagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 3%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.



TUTOR

Ing. Ramírez Cando Lenin, PhD



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

AUTORIZACIÓN

Yo, **Fabian Eduardo Zamora Bustamante**

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de artículo profesional de alto nivel con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este artículo académico dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Santa Elena, a los 13 días del mes de marzo del año 2025

EL AUTOR

Zamora Bustamante Fabian Eduardo

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por su guía a cada paso de mi vida del mismo modo dejar constancia de mi eterna gratitud, al Ing. Lenin Ramírez Cando, director de tesis, por su valiosa guía y asesoramiento.

A mi Esposa Adriana por ser mi soporte y mi hija Lya la luz de mi vida, porque me han brindado su apoyo incondicional.

A mis queridos y respetables padres Teresa y Santiago, que me han enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.

Zamora Bustamante, Fabian Eduardo

DEDICATORIA

Con todo mi cariño para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento. Mis adorables Esposa e hija Adriana y Lya, mis tías Nelly e Ilda y mis padres Teresa y Santiago.

Zamora Bustamante, Fabian Eduardo

ÍNDICE GENERAL

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	1
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	IV
DECLARO QUE:	IV
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO.....	V
AUTORIZACIÓN	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
DEDICATORIA.....	VIII
ÍNDICE GENERAL	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT	XIV
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	8
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA.....	11
2.1. Contexto de la investigación.....	11
2.2. Diseño y alcance de la investigación.....	12
2.3. Tipo y métodos de investigación	13
2.4. Población y muestra.....	14

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	14
2.7. Procesamiento de la evaluación: Validez y confiabilidad de los instrumentos aplicados para el levantamiento de información.....	14
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
CONCLUSIONES	36
RECOMENDACIONES	37
REFERENCIAS	38
ANEXOS	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de procesamiento de datos.....	14
Tabla 2. Resultado de Alpha de Cronbach.....	15
Tabla 3. Dimensión nivel de producción porcina.....	26
Tabla 4. Dimensiones de la producción porcina.....	27
Tabla 5. Correlación entre número de cerdos y destino de los efluentes.....	28
Tabla 6. Correlación entre la alimentación y el destino de los efluentes.....	29
Tabla 7. Correlación entre el manejo de residuos y el destino de los efluentes.....	29
Tabla 8. Correlación entre la infraestructura y el destino de los efluentes.....	30
Tabla 9. Resumen del modelo de regresión lineal múltiple.....	30
Tabla 10. Regresión lineal múltiple.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfico 1. Mapa político del cantón El Guabo.....	11
Gráfico 2. Número de cerdos.....	16
Gráfico 3. Tenencia de la tierra.....	17
Gráfico 4. Aumento o disminución de la producción porcina.....	17
Gráfico 5. Cerdos año 2023 - 2024.....	18
Gráfico 6. Autoconsumo.....	18
Gráfico 7. Orientación productiva.....	19
Gráfico 8. Alojamiento de los animales.....	19
Gráfico 9. Parideras.....	20
Gráfico 10. Escamoteador.....	20
Gráfico 11. Fuente de calor.....	21
Gráfico 12. Estado de las parideras.....	21
Gráfico 13. Limpieza de alojamientos.....	22
Gráfico 14. Extracción de efluentes.....	22
Gráfico 15. Tratamiento de efluentes sólidos y líquidos.....	23
Gráfico 16. Destino final de los efluentes.....	23
Gráfico 17. Alimentación de los cerdos.....	24
Gráfico 18. Sistema de suministro de alimentos.....	24
Gráfico 19. Suministro de agua.....	25
Gráfico 20. Nivel educativo del productor porcino.....	25
Gráfico 21. Otras fuentes de ingresos.....	26

RESUMEN

El avance de las actividades económicas contribuye a la contaminación ambiental, tal es el caso de las actividades de origen agropecuario, es por ello que se ha planteado como objetivo: establecer el impacto de la producción porcina del cantón El Guabo en la contaminación ambiental mediante análisis multivariado entre las dimensiones de la productividad de las unidades de producción porcina y sus niveles de contaminación ambiental; la investigación presenta un diseño transeccional correlacional causal entre las dimensiones de la productividad y los niveles de contaminación ambiental, para esto se recurrió a un análisis de regresión lineal múltiple, la población estuvo conformada por 9 unidades de producción porcina; se llegó a la conclusión que la producción porcina del cantón El Guabo tiene un impacto significativo en la contaminación ambiental, es decir, existe correlación significativa entre las variables manejo de residuos y el destino de los efluentes.

Palabras claves: contaminación ambiental, producción, correlación

ABSTRACT

The advancement of economic activities contributes to environmental pollution, such is the case of agricultural activities, that is why it has been raised as an objective: to establish the impact of pig production in the canton El Guabo on environmental pollution through multivariate analysis between the dimensions of productivity of the pig production units and their levels of environmental pollution; the research presents a correlational causal cross-sectional design between the dimensions of productivity and the levels of environmental pollution, for this a multiple linear regression analysis was used, the population consisted of 9 pig production units; it was concluded that pig production in the canton El Guabo has a significant impact on environmental pollution, that is, there is a significant correlation between the variables waste management and the destination of the effluents.

Keywords: environmental pollution, production, correlation

INTRODUCCIÓN

La función que desempeñan las actividades económicas es fundamental para el desarrollo económico de las naciones, particularmente aquellas en vías de desarrollo, sin embargo, el avance de estas actividades contribuye a la contaminación ambiental, de manera particular en sectores que tienen inadecuadas regulaciones ambientales, tal es el caso de las actividades de origen agropecuario (Xuan et al., 2023). Un objetivo que se ha vuelto fundamental para la consecución de la competitividad de las empresas es la sostenibilidad ambiental (Monteleone et al., 2024).

De acuerdo con Marín et al., (2021), las empresas dedicadas a la producción agropecuaria son las encargadas de conservar la seguridad alimentaria de las naciones, sin embargo, en muchas ocasiones se ha dejado de lado los riesgos que estas pueden representar para la salud pública, particularmente debido a las diferentes formas de contaminación ambiental que estas pueden producir. Viana et al., 2022) explican que las actividades del sector agropecuario respaldan para el cumplimiento del segundo objetivo dos del desarrollo sostenible, hambre cero.

Scown et al. (2020), explican que es necesario transformar las actividades del sector agropecuario con la finalidad de beneficiar la salud de los seres humanos y de esta manera alcanzar los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), de manera particular la protección del medio ambiente. Según Kanter et al. (2016), esto constituye un verdadero desafío para el sector agropecuario debido a la heterogeneidad del contexto rural y la naturaleza imprecisa de sus impactos ambientales, por lo que este sector económico es fundamental para el éxito de los ODS.

De acuerdo con las estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2023), del total de producción de carne a nivel mundial, el 33% está conformado por la producción porcina, por lo que, después de la avicultura, constituye el segundo sector de producción de carne en lo que respecta a volumen. Zira et al. (2021), explica que la mayor parte de los impactos ambientales ocasionados por la producción porcina se derivan de la producción de piensos.

En lo que respecta específicamente a los sistemas de producción porcina, estos pueden variar en cuanto a su capacidad para poner en práctica los objetivos principales de sostenibilidad, por ejemplo, el fin de la pobreza, hambre cero, producción y consumo

responsables, acción por el clima, entre otros (Olsen et al., 2023). Según Álvarez et al. (2024), el desafío al que debe enfrentar la cría intensiva de cerdos tiene que ver con los elevados impactos que estos sistemas productivos generan al ambiente, así como la dependencia de materias primas subcontratadas.

De acuerdo con Zhang et al. (2024), la producción mundial de carne de cerdo se ve reflejado principalmente en las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y gases de efecto invernadero (GEI), metano, amoníaco y sulfuro de hidrógeno, los cuales equivalen aproximadamente a 747 millones de toneladas de emisiones al año.

En lo que respecta a los diferentes tipos de instalaciones agropecuarias se genera grandes cantidades de productos contaminantes, desde las aguas residuales producto del lavado, hasta la presencia de olores indeseables, contaminación de ríos, lagos y el suelo; de manera particular las instalaciones porcinas, en las cuales casi siempre los sistemas de tratamiento de aguas y otras formas de contaminación son incompletos y en algunos casos no existen (González & Reyes, 2023).

Alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible es posible de dos maneras, por un lado, está la implementación de audaces políticas nacionales, pero también es posible mediante la optimización de los procesos de producción y haciendo conciencia con respecto al gran volumen de residuos que se generan a lo largo de la cadena de producción (Pugliese et al., 2022).

Francia (2023), explica que muchos de los productores porcinos son personas de escasos recursos y bajos niveles educativos, como consecuencia de ello y con la finalidad de generar un recurso extra para sus familias, se deciden por la cría de cerdos en zonas rurales, los cuales en muchas ocasiones no son regulados por la autoridad ambiental, sino que desarrollan su actividad productiva desde la clandestinidad y en un contexto informal, estas condiciones riesgosas, en vez de ayudar a la seguridad alimentaria, los exponen a condiciones sanitarias de riesgo y precariedad laboral, al mismo tiempo que pueden constituir una fuente de contaminación ambiental.

De acuerdo con el trabajo realizado por Morales et al. (2023) en el río Lumbaqui, localizado en el cantón Gonzalo Pizarro, provincia de Sucumbios, Ecuador, diseñaron un modelo matemático con la finalidad de cuantificar los daños ambientales ocasionados en el río Lumbaqui, teniendo como principal problema el incremento considerable de la

producción de cerdos durante los últimos años. Entre los problemas generados debido a la producción porcina se encuentran la remoción de suelos para construcción de chancheras y desechos producto de la actividad, estos últimos alteran la calidad y cantidad de agua, también influyen en la acumulación de sedimentos en el río, pudiendo llegar a provocar procesos de inundación en diferentes sectores.

Planteamiento de la investigación (Fundamentación de la investigación)

Los sistemas de producción porcina presumen un importante impacto ambiental a nivel mundial, esto se debe principalmente a la gran demanda de la carne de cerdo; como producto de estos sistemas de producción se generan diferentes fuentes de contaminación ambiental como los purines, desechos sólidos, malos olores, entre otros, los cuales afectan de manera general a la población (Domínguez & Faz, 2021).

De acuerdo con la Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua (ESPAC), para el año 2023 Ecuador contaba con 983.999 cabezas de ganado porcino, 668.019 se encuentran en la región sierra, 280.827 en la región costa y 35.154 en el oriente. De estos, 43.562 se encuentran en la provincia de El Oro, esto equivale al 4.43% de las cabezas de producción porcina (Instituto Nacional de estadísticas y Censos, 2023).

De acuerdo con Gámez et al. (2022), el estiércol proveniente de los sistemas de producción porcina y los residuos orgánicos resultantes son altamente contaminantes, esto se debe principalmente a su alto contenido de materia orgánica y microorganismos, por lo que su investigación, así como el manejo adecuado de este tipo de sistemas productivos es importante para la economía y el ambiente.

Los altos impactos ambientales ocasionados por la producción porcina han hecho que los investigadores y sistemas de producción tengan que recurrir a nuevas estrategias a fin de mejorar el ciclo de nutrientes, una de estas es la economía circular, modelo de producción y consumo que involucra compartir, reutilizar, renovar y reciclar aquellos materiales y productos que existen en la granja, siempre y cuando sea posible, esto permitirá a la empresa crear un valor añadido y extender el ciclo de vida de los productos (Álvarez et al., 2024).

Según la investigación realizada por Wang et al. (2020), la inadecuada gestión de las actividades porcinas y el estiércol resultante contribuye de manera considerable a la contaminación de las grandes masas de agua debido a la presencia de nutrientes como el nitrógeno y fósforo; también a la contaminación del aire debido a las emisiones de

amoníaco y sulfuro de hidrógeno, por lo que proponen una serie de alternativas para mitigar el impacto, principalmente relacionadas al cambio en la dieta de los animales.

Por otra parte, Li et al. (2022) manifiesta en su trabajo de investigación que uno de los contaminantes ambientales presente en la microbiota de los cerdos son los genes de resistencia a los antibióticos (ARG), los cuales no solo amenazan la salud de los animales, sino también la salud del ser humano; es por esto que en su trabajo de investigación analizaron la estructura, función y resistencia a los medicamentos en lechones de las razas Landrace orejas pequeñas, Saba, Dahe de diferentes áreas de la provincia de Yunnan, China. En todas las muestras se identificó un total de 32.487 ARG, los mismos que evidenciaron resistencia a 38 clases de fármacos.

Chen et al. (2020), en su trabajo de investigación planteó como objetivo definir la fuente de residuos sólidos en la provincia de Shengzhou, China, pudiendo establecer como una de las principales fuentes de contaminación a la producción porcina, los cuales pueden producir aproximadamente 1,3 kilos de residuos sólidos por día, por lo que se propuso alternativas para disminuir los niveles de contaminación como el ahorro energético, disminución de emisiones, clasificación, transporte, almacenamiento y tratamiento de residuos sólidos.

Mediante el análisis de las investigaciones revisadas previamente se establece el impacto ambiental ocasionado por las unidades de producción porcina, sin embargo, no lo hacen desde el punto de vista de sus características técnicas y niveles de producción, es por esto que por medio de la investigación planteada se pretende cubrir este vacío y brindar un aporte teórico que sirva de respaldo para futuras investigaciones.

De la indagación bibliométrica expuesta anteriormente se plantea la interrogante de investigación: ¿Existe alguna correlación entre las características de las unidades de producción porcina en el cantón El Guabo y la contaminación ambiental? Que permite plasmar tres interrogantes específicas: i) ¿Cuál es el nivel de fiabilidad del cuestionario de preguntas a implementar? ii) ¿Los datos obtenidos en la investigación siguen una distribución normal? iii) ¿Existe correlación entre la dimensión de instalaciones de producción porcina y la contaminación ambiental ocasionada?, iv) ¿Existe correlación entre la dimensión de la productividad de las unidades de producción porcina y la contaminación ambiental?

La propuesta de investigación pretende servir de insumo para el cumplimiento de los objetivos del desarrollo sostenible, particularmente en lo que respecta al objetivo de protección del medio ambiente, para esto es necesario que se produzca una transformación de las actividades del sector porcino, las mismas que pueden presentar problemas al momento de poner en práctica los objetivos principales de sostenibilidad, por ejemplo, una disminución del impacto climático, menor uso de espacios de terreno, viabilidad económica y bienestar animal.

La investigación planteada se justifica desde el punto de vista práctico y económico, debido a que la identificación de impactos ambientales en las unidades de producción porcina servirá de guía para proponer alternativas de mejora, las cuales permitirán a los productores mejorar en sus sistemas de producción y se verá reflejado en su economía.

Desde el punto de vista ambiental, la contaminación producida por la producción porcina es un tema que ha sido considerado no solo por las autoridades locales, sino también por las entidades gubernamentales como el Ministerio del Ambiente y el Ministerio de Agricultura; por lo cual se han emitido diferentes normativas legales a fin de gestionar de manera eficiente estas unidades de producción, por lo cual, los resultados provenientes del trabajo de investigación pueden servir de utilidad para la toma de medidas sanitarias y legales que permitan establecer mejoras.

En lo que respecta al contexto social, la producción porcina del cantón El Guabo da lugar a la vinculación entre los productores, sus sistemas productivos y las organizaciones gubernamentales, debido a que es necesario contar con estas a fin de llevar a cabo una adecuada gestión en la cual se tome en cuenta tanto su sostenibilidad económica y ambiental. Y también a nivel del contexto social la producción porcina ha pasado a ser un sector productivo que impulsa a otros sectores adyacentes como el sector transportes, agricultura, consumo de granos, entre otros.

Con relación a la metodología, la técnica utilizada es válida y confiable, en esta se cuenta como variables la producción porcina y la contaminación ambiental. La técnica a ser aplicada se denomina encuesta y como instrumento el cuestionario de preguntas que permitirá determinar la correlación de la producción porcina con la contaminación ambiental que se genera en el cantón El Guabo.

Formulación del problema de investigación

¿Existe alguna correlación entre las características de las unidades de producción porcina en el cantón El Guabo y la contaminación ambiental?

Objetivo General:

Establecer el impacto de la producción porcina del cantón El Guabo en la contaminación ambiental mediante análisis multivariado entre las dimensiones de la productividad de las unidades de producción porcina y sus niveles de contaminación ambiental.

Objetivos Específicos:

- Diseñar un cuestionario de preguntas estructurado para la recolección de información acerca de la contaminación ambiental ocasionada por las unidades de producción porcina.
- Elaborar un análisis de correlación entre las dimensiones de la productividad de las unidades de producción porcina y la contaminación ambiental mediante la prueba de Rho de Spearman para establecer la relación estadística entre las variables analizadas.
- Estimar la correlación entre las dimensiones de la productividad de las unidades de producción porcina y la contaminación ambiental por medio de un modelo de regresión lineal generalizado.

Planteamiento hipotético

- Las dimensiones de la productividad de las granjas porcinas influyen significativamente en la contaminación ambiental ocasionada por la producción porcina.

Idea a defender

Las características productivas y de infraestructura tienen correlación con el nivel de contaminación ambiental generado por las unidades de producción porcina

Preguntas de investigación

- ¿Existe alguna relación entre las características de las unidades de producción porcina y la contaminación ambiental generada?

- ¿Existe correlación entre la dimensión de instalaciones de producción porcina y la contaminación ambiental ocasionada?
- ¿Existe correlación entre las unidades de producción porcina y la contaminación ambiental?

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Sistemas de explotación porcina

Los sistemas de explotación porcina existentes a nivel mundial se ubican en dos grandes grupos, por un lado, los sistemas tradicionales de sostenimiento, es decir, pequeños productores o productores de traspatio; y los sistemas industriales especializados (Miranda et al., 2020). El aprovechamiento genético difiere de acuerdo con la economía, las explotaciones industriales disponen de mayor tecnología que les permite tener mejores niveles de producción (Valverde et al., 2022).

Hurtado et al., 2021) manifiesta que, en lo que respecta a las pequeñas explotaciones, normalmente de subsistencia, estas llevan a cabo su actividad en sectores rurales muy próximas a los núcleos urbanos; este tipo de explotaciones son tradicionales, con prácticas de manejo básicas como la monta natural, alimentación en tolvas o en el suelo, entre otras.

Existen tres tipos de sistemas de explotación porcina, los cuales se detallan a continuación:

Sistema extensivo o de traspatio: se trata de explotaciones pequeñas que disponen de entre 2 a 5 cerdos, su sistema productivo e infraestructuras son básicos; el animal habita en el campo (Asociación de Bancos Privados del Ecuador, 2022). De acuerdo con Dyar et al. (2020), estos sistemas de traspatio son muy habituales en las zonas rurales, generalmente suelen ser administradas por un solo hogar; la atención veterinaria es provista principalmente por veterinarios de las instituciones públicas

Sistema semi - industrial o intensivo: el animal se mantiene en condiciones de estabulación completa con la finalidad de manejar una mayor cantidad de animales por unidades de superficie; para este tipo de sistema productivo es necesario infraestructuras que pueden ser mecanizadas o automatizadas, al igual que personal calificado (Asociación de Bancos Privados del Ecuador, 2022).

Sistema semi- intensivo o mixto: este tipo de sistema es una combinación entre los sistemas extensivo e intensivo; durante el día los animales se mantienen en el campo y por la noche se guarda en corrales (Asociación de Bancos Privados del Ecuador, 2022).

Sistema industrial: este sistema recurre a metodologías más modernas y tecnificadas, permiten brindar al animal una alimentación controlada; los animales son de elevada genética productiva alta (Asociación de Bancos Privados del Ecuador, 2022).

1.2. Contaminación ambiental

Li et al. (2022) explican que la contaminación ambiental constituye un punto débil que puede restringir el desarrollo económico y social de diferentes regiones del mundo; igualmente, también ha ocasionado grandes problemas a los sistemas de producción y la vida de los seres humanos, entorpeciendo el progreso del nivel de bienestar general de las personas.

La contaminación ambiental puede perjudicar de forma directa el ecosistema y perturbar el nivel de vida de la población, la salud física y mental, al igual que las actividades productivas (Xu et al., 2024). De acuerdo con Siddiqua et al. (2022), existen varios tipos de contaminantes ambientales, estos pueden ser de origen orgánico, en este grupo se encuentran los desechos domésticos, industriales y agrícolas; e inorgánicos, entre estos se ubican el mercurio (Hg), plomo (Pb), cadmio (Cd), entre otros, los cuales son elementos potencialmente tóxicos.

La comprobación de la asociación entre observaciones aleatorias cumple un papel principal en la estadística, en este caso, la contaminación ambiental y las dimensiones de la productividad de las granjas porcinas, entender su dependencia completamente resulta difícil, esto ha hecho que se busque condensar la fuerza de esta dependencia en un solo número que normalmente es definido en uno de los siguientes intervalos $[-1, 1]$ o $[0, 1]$, se lo denomina coeficiente de correlación (Edelmann et al., 2021).

1.3. Modelos de correlación estadística

Correlación de Pearson: este método de correlación es lineal y simétrico, por medio de este método es posible medir el nivel de relación mutua entre variables, sin embargo, no permite la cuantificación del flujo y la dirección; su principal ventaja es su simplicidad y facilidad de aplicación (Peng et al., 2022). De acuerdo con Edelmann et al. (2021), es el coeficiente de correlación tradicional y el más conocido, para analizar las variables aleatorias tanto X como Y , con varianzas finitas y positivas, es de finido de la siguiente manera:

$$COR(X, Y) = \frac{Cov(X, Y)}{\sqrt{Var(X)Var(Y)}} \text{ (Edelmann et al., 2021)}$$

Correlación de Spearman: constituye una medida no paramétrica utilizada para evaluar la existencia de relaciones lineales entre dos variables, se calcula la muestra de igual forma que en la correlación de Pearson, con la diferencia que en la correlación de Spearman debe calcularse la muestra después de que las variables hayan sido clasificadas y transformadas en valores entre 1 y N, se utiliza con la finalidad de evaluar relaciones de acuerdo con el rango de las observaciones, el tamaño de la muestra debe ser pequeño, los valores deben ser ordinales y existe un problema de valores atípicos (El-Hashash & Shiekh, 2022).

Regresión lineal: los análisis de regresión permiten la identificación y cuantificación de la relación entre variables, esto posibilita predecir y comprender el impacto que pueden tener las variables independientes en la variable dependiente; estos pueden afrontar algunas limitaciones, por ejemplo, la regresión suave puede dar lugar a cierta incertidumbre e imprecisión en los datos, además de ello, pueden capturar relaciones de tipo no lineal con mayor flexibilidad en comparación con los modelos de regresión tradicionales (Hesamian et al., 2024).

La W de Kendall: constituye una medida de la dependencia que puede existir entre dos variables aleatorias, dependientemente en algunas covariables; se supone una asociación de tipo regresión entre la W de Kendall condicional y algunas covariables, en un contexto paramétrico que dispone de un número significativo de transformaciones de un pequeño número de regresores, modelo que puede ser disperso, el parámetro inferior se estima por medio de un criterio penalizado y un procedimiento de deducción de dos pasos (Derumigny & Fermanian, 2020).

contaminación de suelos, agua y aire, esto se debe a las inadecuadas prácticas de manejo de los desechos.

Las granjas porcinas se han ido desarrollando significativamente, muchas de ellas son manejadas sin seguir los adecuados controles ambientales, esto ha dado lugar a un incremento en el volumen de residuos, los mismos que son liberados al ambiente. Por otra parte, Mondal y Kumar (2021) manifiestan que los excrementos de los cerdos, son ricos en nitrógeno y fósforo, por lo que constituyen una fuente de contaminación cuando no son tratados de forma adecuada, afectando así a la calidad de las aguas superficiales y subterráneas. En lo que respecta a la liberación de gases como el metano y el amoníaco, estos contribuyen a la contaminación del aire, por lo que representan un problema para la salud pública y un factor que repercute en el cambio climático (Khosiev et al., 2019).

Por medio de este proyecto de investigación se buscó analizar el nivel de contaminación ambiental ocasionado por la producción porcina en el cantón El Guabo, mediante la evaluación de las prácticas productivas que se llevan a cabo en las granjas, las mismas que tienen un impacto en los ecosistemas locales. La información se recabó mediante un cuestionario de preguntas dirigido a los productores porcinos de la zona, por medio de este se intentó identificar las prácticas de manejo de desechos y su relación con la contaminación ambiental, al igual que la disposición de los productores para poner en práctica soluciones más sostenibles.

Los resultados permitieron tener una mejor comprensión de los efectos de la producción porcina en el ambiente y sirvieron como fundamento para plantear estrategias de manejo y mitigación de los impactos negativos, suscitando así un desarrollo más sostenible y equilibrado entre la producción porcina y la protección del ambiente en el cantón El Guabo.

2.2. Diseño y alcance de la investigación

La investigación presenta un diseño transeccional correlacional causal, debido a que se describió las relaciones entre dos o más variables en un momento determinado, las cuales pueden ser correlacionales o causales (Angulo et al., 2020).

Dimensiones de la Productividad:

- **Capacidad productiva:** Número de cerdos por unidad productiva

- **Tecnologías utilizadas:** Sistemas de alimentación, manejo de residuos, infraestructura.

Niveles de Contaminación Ambiental:

- **Contaminación del agua:** Concentración de nitratos, fosfatos y coliformes en fuentes hídricas cercanas.
- **Contaminación del suelo:** Niveles de nutrientes (nitrógeno, fósforo) y contaminantes en el suelo.
- **Contaminación del aire:** Emisión de gases (metano, amoníaco).
- **Manejo de residuos:** Prácticas de disposición de desechos sólidos y líquidos.

Modelo de regresión

En las investigaciones en las que se recurre al recuento entre variables de interés en un tiempo o espacio determinado, es frecuente el uso de modelos lineales generalizados (GLMs), con la finalidad de expresar la relación que puede existir entre la variable independiente o variable de respuesta y una o más variables dependientes (Mesa et al., 2021).

(Montgomery et al., 2021) explica que mediante el modelo lineal generalizado es posible relacionar de forma lineal la variable dependiente con los factores y las variables independientes o covariables, esto se llevó a cabo por medio de una función de enlace, la misma que se detalla a continuación:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon$$

2.3. Tipo y métodos de investigación

La investigación realizada tuvo un enfoque cuantitativo y cualitativo de tipo no experimental, es decir, las variables no fueron manipuladas, además, se recopiló información cualitativa en lo que respecta al número de incumplimientos ambientales en las instalaciones porcinas y también fue cuantitativo, debido a que los valores obtenidos fueron presentados mediante tablas de frecuencia y gráficos estadísticos separado (Leppink, 2017).

2.4. Población y muestra

Esta investigación consideró como población a las 9 unidades de producción existentes en el cantón El Guabo y la muestra fue no probabilística, es decir, debido a la cantidad de establecimientos se tomó en cuenta su totalidad.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Este proyecto de investigación consideró un enfoque cuantitativo y cualitativo, se tuvo como aplicación la técnica denominada la encuesta, muy utilizada para investigaciones en las ciencias sociales, por medio de la cual fue posible la obtención de datos de forma sistemática mediante la interrogación a la población o muestra de estudio a fin de explicar y describir el problema.

2.6. Instrumento

Esta investigación recurrió al uso del cuestionario de preguntas como medio de comunicación escrito entre encuestador y encuestado, el mismo que facilitó la interpretación de las variables y los objetivos de la investigación por medio de un conjunto de preguntas previamente elaboradas.

2.7. Procesamiento de la evaluación: Validez y confiabilidad de los instrumentos aplicados para el levantamiento de información.

Para determinar la confiabilidad se utilizó el coeficiente de Alfa de Cronbach (Rodríguez & Reguant, 2020). Para el cálculo de este coeficiente de fiabilidad se utilizó el software estadístico SPSS-V26, el mismo que es muy aceptado como recurso de investigación (Vilá et al., 2019).

Tabla 1. Resumen de procesamiento de datos

		N	%
Casos	Válido	9	100.0
	Excluido ^a	0	.0
	Total	9	100.0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Elaborado por: El Autor

Tabla 2. Resultado de Alpha de Cronbach

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
.873	33

Elaborado por: El Autor

En base a los resultados de la prueba de fiabilidad se puede decir que la encuesta realizada es buena debido que el resultado es superior a 0.8.

2.8. Método de análisis de datos

2.8.1. Estadística descriptiva

- Elaboración de la matriz de base de datos sobre las variables.
- Construcción de tablas de distribución de frecuencias e interpretación de las mismas (con el programa Excel).
- Elaboración de figuras estadísticas (con el programa Excel).
- Para el procesamiento y obtención de los resultados de los estadísticos descriptivos se utilizará el software estadístico para ciencias sociales SPSSV26.

2.8.2. Estadística inferencial

- Para determinar la confiabilidad de los instrumentos, se utilizó el software de estadística para ciencias sociales SPSS-V26.
- Se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks, por ser la muestra menor a 50 socios, se probó la normalidad de los datos determinando de este modo que las variables y algunas dimensiones tienen un comportamiento normal y no normal.
- De acuerdo a los resultados de las pruebas de normalidad, se aplicó la correlación de Rho de Spearman para calcular la correlación entre las variables y la misma para correlacionar las dimensiones de la variable producción porcina con la variable contaminación ambiental.
- También se aplicó un análisis de regresión lineal generalizado con la finalidad de establecer el peso de cada una de las dimensiones de la productividad de las unidades de producción porcina y la contaminación ambiental.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

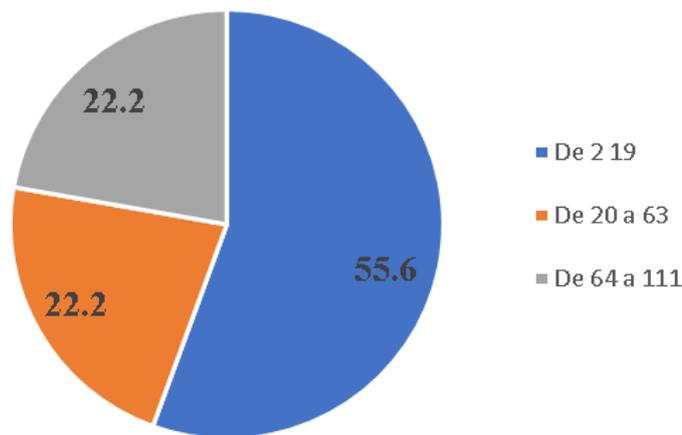
Con la finalidad de establecer el impacto de la producción porcina del cantón El Guabo en la contaminación ambiental mediante análisis multivariado entre las dimensiones de la productividad de las unidades de producción porcina y sus niveles de contaminación ambiental, se plantearon objetivos específicos a los cuales se procedió a detallar a continuación:

El primer objetivo fue diseñar un cuestionario de preguntas estructurado para la recolección de información acerca de la contaminación ambiental ocasionada por las unidades de producción porcina; este cuestionario se detalla en el anexo 1. este cuestionario es bastante fiable debido a que luego de realizada la validación con el Alpha de Cronbach, el resultado fue de 0.873, bastante cercano a la unidad.

El cuestionario de preguntas consta de 24 preguntas, estas se encuentran distribuidas en las siguientes categorías: a) Características generales de las unidades de producción porcina; b) manejo ambiental; c) características del productor.

Los resultados obtenidos en la encuesta se detallan a continuación:

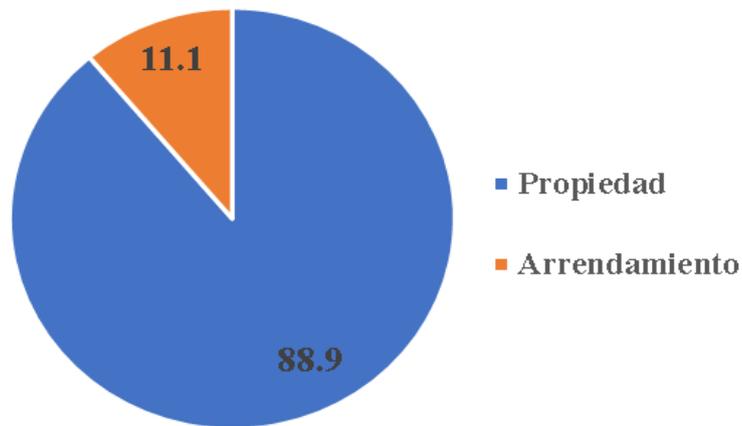
Gráfico 2. Número de cerdos



Elaborado por: El autor

Como se puede apreciar en el gráfico 2, el 55.6% de los productores encuestados tienen entre 2 y 19 cerdos, es decir, son pequeños productores, mientras que el 22.2% cuentan con cantidades mayores a 20 cerdos en sus instalaciones, llegando hasta 111 cerdos. No se evidenció la presencia de grandes granjas porcinas en el cantón El Guabo.

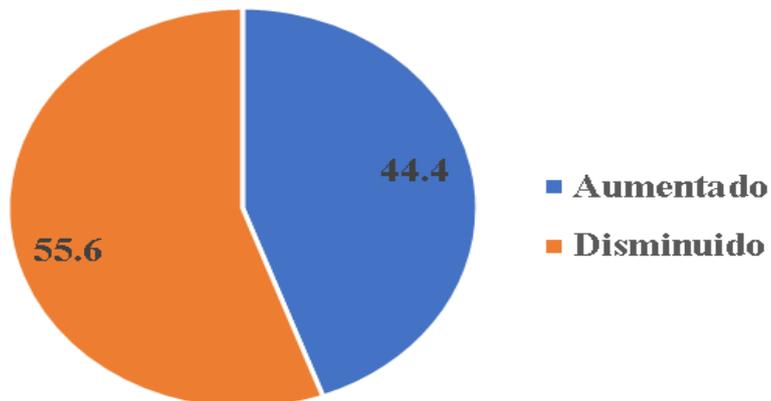
Gráfico 3. Tenencia de la tierra



Elaborado por: El autor

En lo que respecta a la tenencia de la tierra, el 88.9% de los encuestados disponen de terreno propio donde tienen sus unidades de producción porcina, mientras que el otro 11.1% son arrendatarios. Esto es importante debido a que la mayoría no son personas de paso, sino personas que habitan en el cantón y que, por lo tanto, su actividad productiva constituye un aporte económico para el cantón.

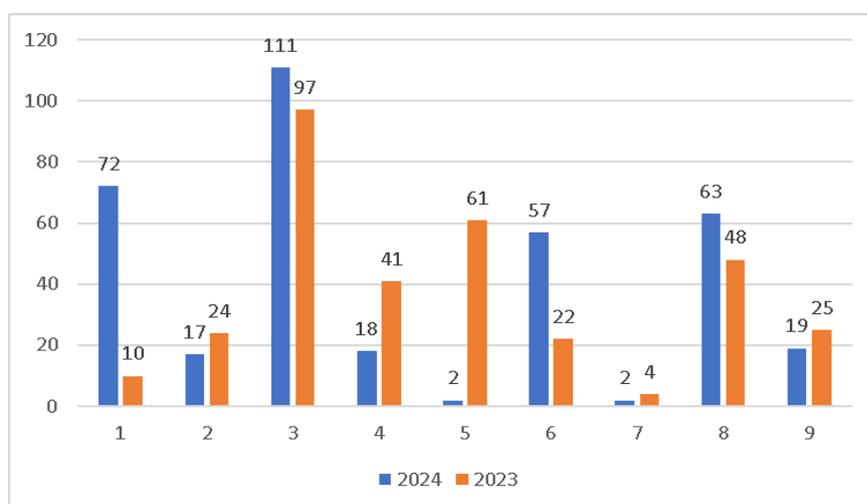
Gráfico 4. Aumento o disminución de la producción porcina



Elaborado por: El autor

En lo que respecta a la pregunta 4, el 44.4% de los productores manifiestan que han incrementado el número de cerdos, mientras que el otro 55.6% expresan que han disminuido.

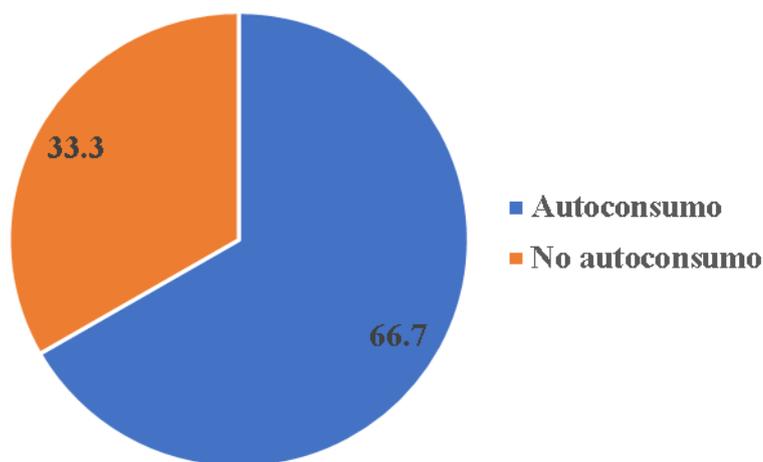
Gráfico 5. Cerdos año 2023 - 2024



Elaborado por: El autor

Según los resultados de la pregunta 5, la producción de cerdos ha disminuido en más del 50% de los productores porcinos del cantón El Guabo. Esto es preocupante debido a que los niveles de producción no se han incrementado en el cantón, por lo que habría que investigar los motivos para la disminución productiva.

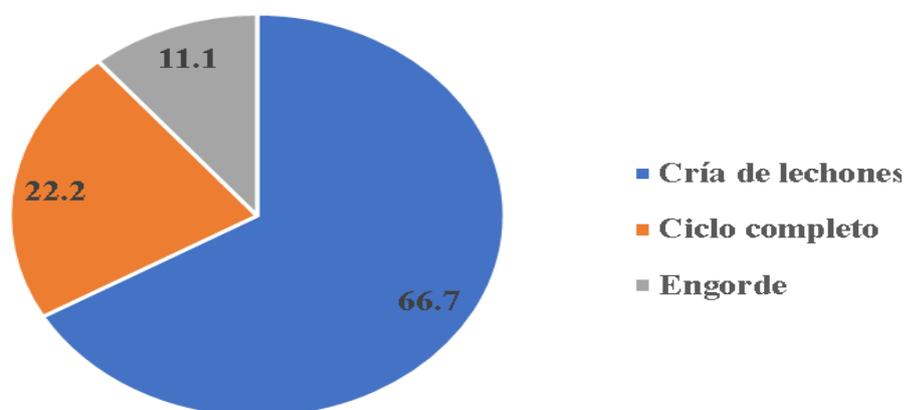
Gráfico 6. Autoconsumo



Elaborado por: El autor

El 66.7% de los encuestados han utilizado cerdos de sus unidades de producción porcina para autoconsumo durante el año, mientras que el otro 33.3% no han utilizado cerdos para autoconsumo. Esto implica que los propietarios de unidades de producción utilizan los animales para consumo de su hogar.

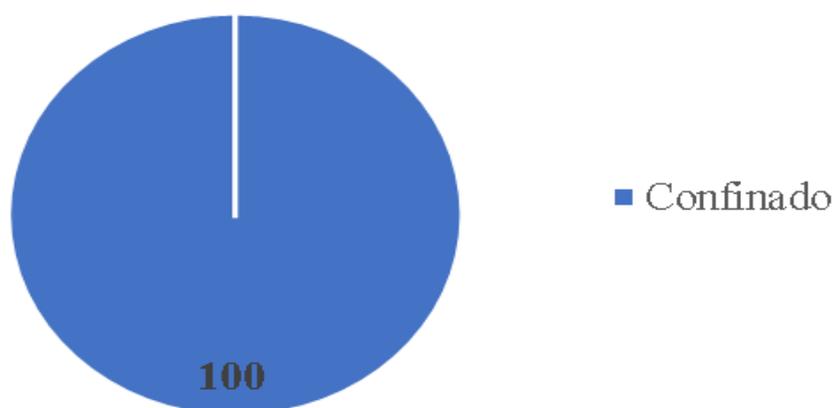
Gráfico 7. Orientación productiva



Elaborado por: El autor

En lo que respecta a la orientación de la unidad productiva, el 66.7% de los encuestados manifestaron que se dedican a la producción de lechones para la venta, el 22.2% ciclo completo, mientras que el 11.1% engorde de cerdos. Es importante destacar que la producción de lechones es de más rápida salida al mercado, por lo que muchos productores prefieren vender rápido los lechones y seguir produciendo, de esta manera no incurren en el gasto de todo el proceso productivo.

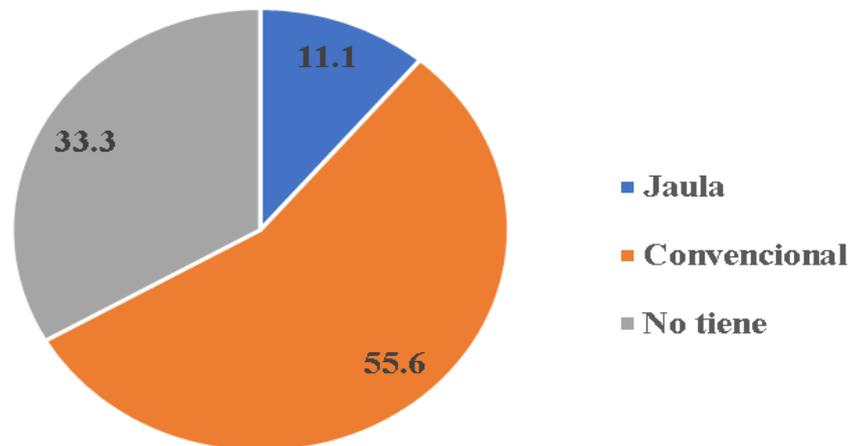
Gráfico 8. Alojamiento de los animales



Elaborado por: El autor

Como se puede apreciar en el gráfico 8, el 100% de los encuestados manifestaron que la cría de cerdos en sus unidades de producción es de forma confinada. esto es favorable tanto para el medio ambiente como para la disminución de la proliferación de enfermedades, debido a que el confinamiento evita el contacto con otras especies animales.

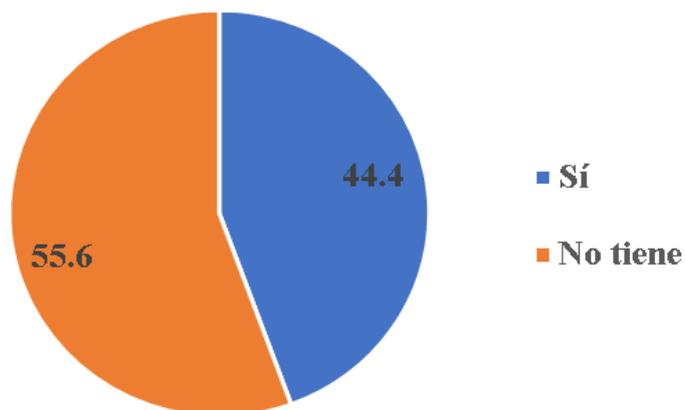
Gráfico 9. Parideras



Elaborado por: El autor

En lo que respecta al uso de parideras, el 55.6% de los productores porcinos disponen de parideras tipo convencional, el otro 11.1% parideras convencionales, mientras que el 33.3% no disponen de parideras. El no disponer de una tecnología tan básica como las parideras implican un mal cuidado de los lechones, por lo que se debería capacitar a los productores para aprendan el uso de este tipo de equipos tan básicos.

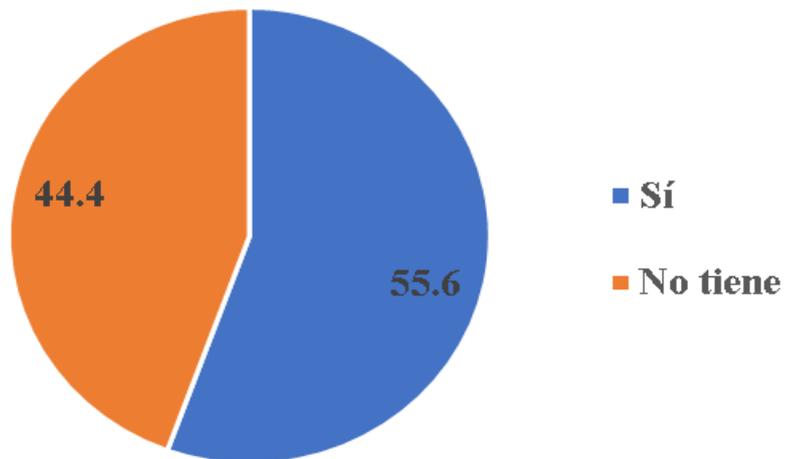
Gráfico 10. Escamoteador



Elaborado por: El autor

De acuerdo con los resultados de la pregunta 10, el 55.6% de los productores porcinos no disponen de escamoteador para los lechones, mientras que el otro 44.4% si disponen de este sistema. El escamoteador evita que los lechones se mezclen con los animales grandes, dado que no todos los productores se dedican al ciclo completo de producción, no necesitan del escamoteador en algunos casos.

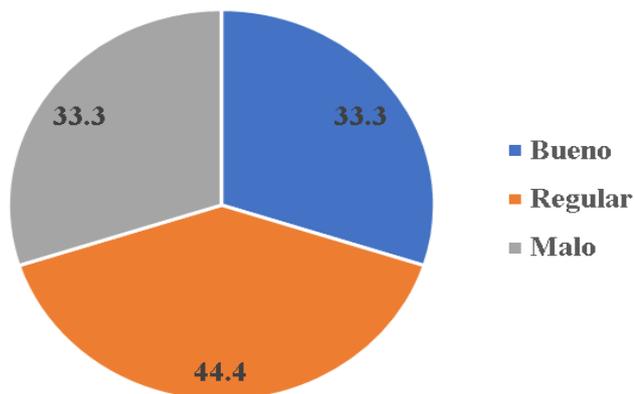
Gráfico 11. Fuente de calor



Elaborado por: El autor

Según los resultados de la pregunta 11, el 55.6% de los productores porcinos disponen de fuente de calor para los lechones, mientras que el 44.4% no tienen. Este equipo es importante para evitar la morbilidad y mortalidad de los lechones, es importante.

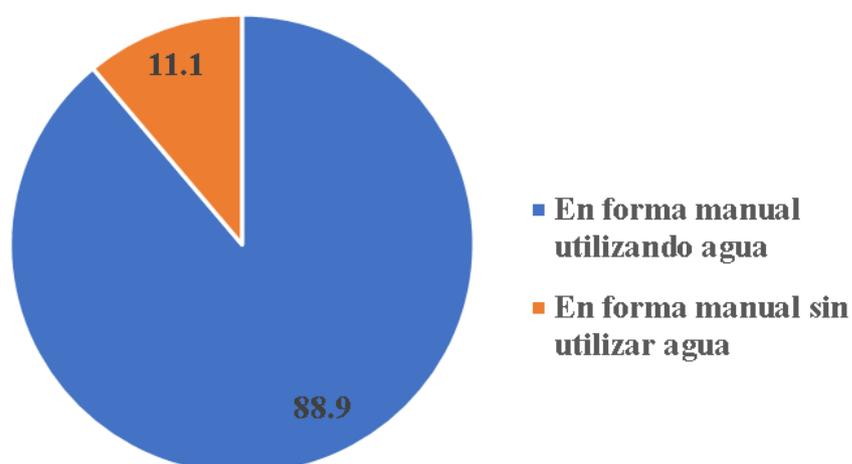
Gráfico 12. Estado de las parideras



Elaborado por: El autor

De acuerdo con los resultados de la pregunta 12, el 44.4% de los productores porcinos disponen de parideras en regular estado, mientras que el otro 33% disponen de parideras en estado bueno y malo.

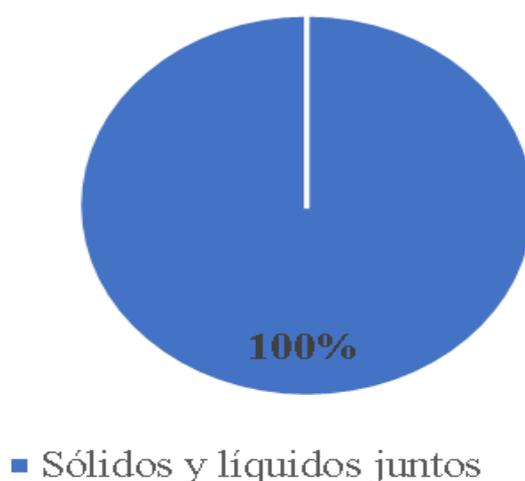
Gráfico 13. Limpieza de alojamientos



Elaborado por: El autor

En lo que respecta a la limpieza de los alojamientos, el 88.9% de los encuestados expresaron que lo realizan de forma manual mediante el uso de agua, mientras que el 11.1% lo realizan manualmente, pero sin utilizar agua.

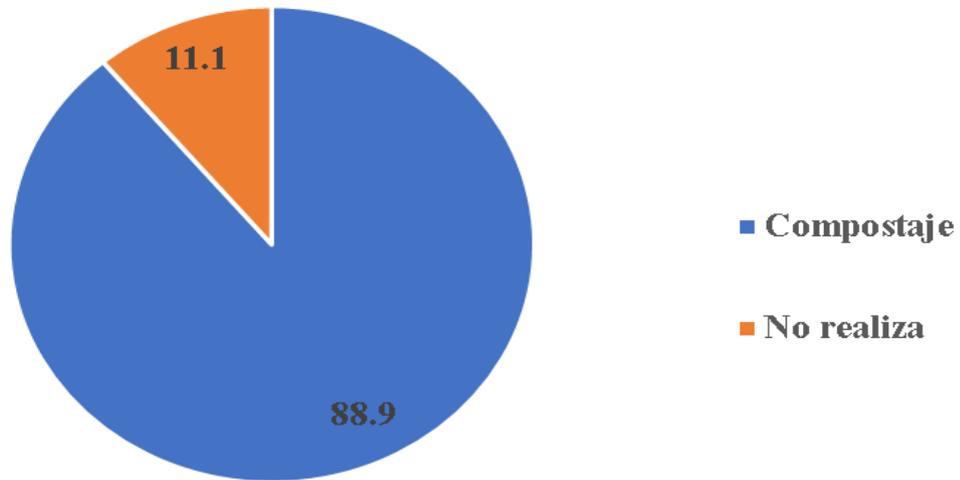
Gráfico 14. Extracción de efluentes



Elaborado por: El autor

De acuerdo con los resultados en la pregunta 14, en lo que respecta a la extracción de efluentes, el 100% de los encuestados expresaron que sólidos y líquidos son extraídos juntos.

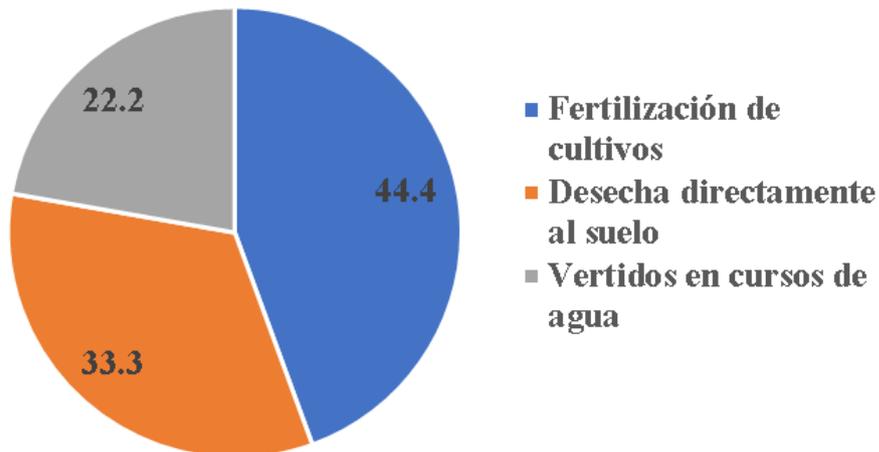
Gráfico 15. Tratamiento de efluentes sólidos y líquidos



Elaborado por: El autor

Como se puede apreciar en el gráfico 15, el 88.9% de los encuestados expresaron que realizan compostaje con los efluentes provenientes de las unidades de producción porcina, mientras que el 11.1% no realizan nada.

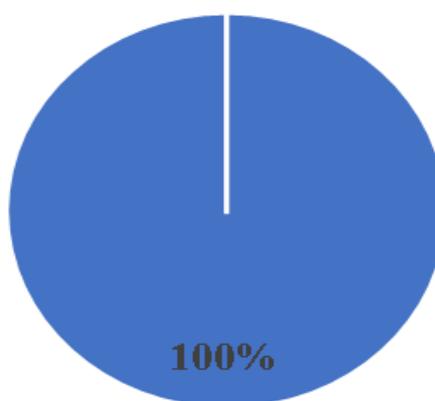
Gráfico 16. Destino final de los efluentes



Elaborado por: El autor

En lo que respecta al destino de los efluentes, tanto los residuos sólidos y líquidos, el 44.4% de los encuestados expresaron que los utilizan para la fertilización de cultivos, el 33.3% los desecha directamente al suelo, mientras que el 22.2% los vierte en cursos de agua.

Gráfico 17. Alimentación de los cerdos

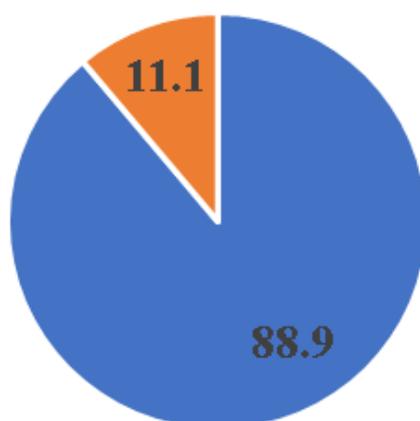


■ Ración balanceada

Elaborado por: El autor

Según los resultados obtenidos en la pregunta 17, el 100% de los encuestados utilizan como principal fuente de alimentos para los cerdos una ración balanceada y desperdicios domiciliarios.

Gráfico 18. Sistema de suministro de alimentos



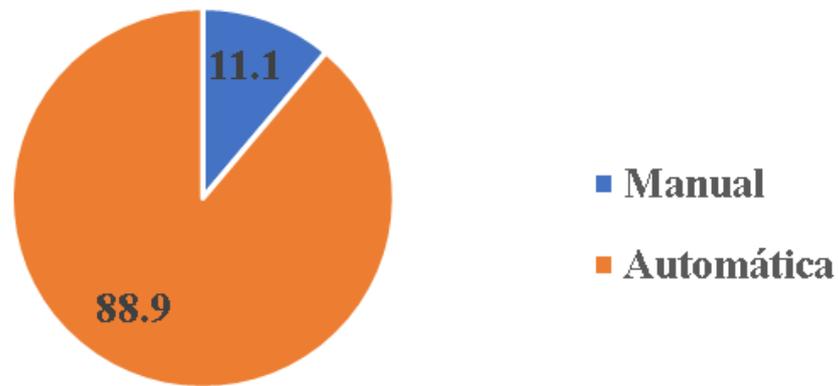
■ Manual

■ Automática

Elaborado por: El autor

De acuerdo con los resultados de la pregunta 18, el 88.9% de los productores porcinos disponen de sistemas de suministro de alimentos manual, mientras que el otro 11.1% disponen de sistemas automáticos.

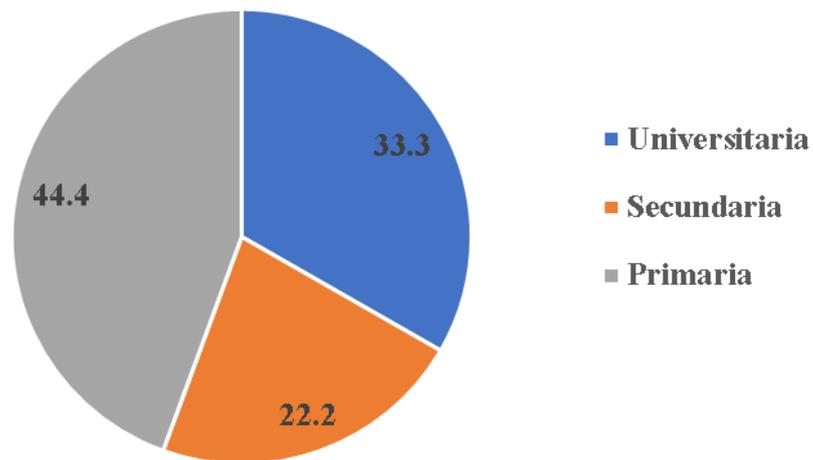
Gráfico 19. Suministro de agua



Elaborado por: El autor

Según los resultados obtenidos en la pregunta 19, el 88.9% de los encuestados utilizan como principal sistema de suministro de agua el sistema automático, mientras que el 11.1% tienen sistema manual.

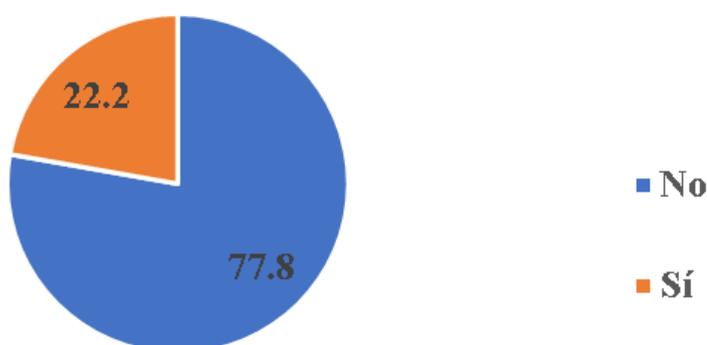
Gráfico 20. Nivel educativo del productor porcino



Elaborado por: El autor

De acuerdo con los resultados de la pregunta 20, el 33.3% de los productores porcinos disponen de educación universitaria, título de médico veterinario, el 22.2% disponen de educación secundaria, mientras que el 44.4% tienen educación primaria.

Gráfico 21. Otras fuentes de ingresos



Elaborado por: El autor

En lo que respecta a otros ingresos, el 77.8% de los encuestados no disponen de otros ingresos, es decir, se dedican al 100% a la producción porcina, mientras que el 22.2% cuentan con otros ingresos.

3.1. Dimensiones de la productividad

Con la finalidad de establecer la correlación se procedió a clasificar las dimensiones de la productividad y de producción existente en las unidades de producción porcina y la contaminación ambiental, se procedió a clasificar las unidades de producción porcina en pequeñas, medianas y grandes, de acuerdo con el número de animales.

Tabla 3. Dimensión nivel de producción porcina

Categoría	Escala	Cantidad de granjas	Porcentaje
Pequeña	De 2 a 19 animales	5	55.6
Mediana	De 20 a 63 animales	2	22.2
Grande	De 64 a 111 animales	2	22.2
Total		9	100.0

Elaborado por: El Autor

Se diseñó una escala que va desde las unidades de producción que tienen de 2 a 19 animales a las cuales se las categorizó como pequeñas, de 20 a 63 medianas y de 64 a 111 como grandes unidades de producción porcina. En la Tabla 2 se puede apreciar que en el cantón El Guabo existen principalmente unidades de producción pequeñas, estas corresponden al 55.6%, el otro 44.4% corresponden a unidades de producción medianas y grandes.

Tabla 4. Dimensiones de la producción porcina

Niveles	Rango	N°	Alimen Tación	N°	Manejo de residuos	N°	Infraes tructura	N°	Destino de Efluentes
Bajo	2 a 19	6	66.7%	4	44.4%	3	33.3%	2	44.4%
Medio	20 a 63	2	22.2%	4	44.4%	5	55.6%	3	33.3%
Alto	64 a 111	1	11.1%	1	11.1%	1	11.1%	4	22.2%
Total		9	100.0%	9	100%	9	100%	9	100.0%

Elaborado por: El Autor

En la tabla 3 se contrastan las unidades de producción porcina, pequeñas, medianas y grandes, y se las reclasificó de acuerdo con las dimensiones de la producción: alimentación, manejo de residuos, infraestructura y el destino que le dan a los efluentes. La dimensión alimentación se clasificó tomando en cuenta como un nivel bajo aquellas que alimentan a los animales con alimento balanceado y desperdicios de cocina; media se clasificó aquellas que alimentan a los animales a base de alimento balanceado y residuos de cocina; mientras que aquellas clasificadas como nivel alto son aquellas en las que se alimenta exclusivamente con alimento balanceado.

En cuanto al manejo de residuos, aquellas unidades de producción que no realizan ningún tratamiento a los residuos fueron consideradas un nivel bajo, nivel medio aquellas que realizan compostaje con los residuos, y las que disponen de fosas de retención y lagunas de estabilización se registraron como un nivel alto, debido a que estas constituyen una condición básica para el almacenamiento de residuos peligrosos; mientras que las lagunas de estabilización constituyen excavaciones que se realiza en el suelo con la finalidad de tratar aguas residuales.

Con relación a la infraestructura, se valoró la presencia o no de instalaciones como parideras, escamoteadores, fuente de calor y nido para lechones, aquellas unidades de producción que no poseían parideras ni algunos de estos sistemas se las clasificó en un nivel bajo, nivel medio las que disponen de jaulas parideras tipo convencional, mientras que aquellas que cuentan con parideras tipo jaula se consideraron como un nivel alto.

En lo que respecta al destino de los efluentes, se ubicó en nivel bajo aquellas unidades de producción en las que se desecha los residuos directamente en cursos de agua, nivel medio

las que vierten directamente al suelo, y nivel alto aquellas que utilizan este recurso para fertilizar las plantas.

En la tabla 4 se especifican las dimensiones de la producción porcina, en las mismas predominan niveles altos en lo que respecta a alimentación de los animales con alimento balanceado y desperdicios domiciliarios (66,7%), bajo manejo de residuos, es decir, la mayoría no realiza ningún tipo de tratamiento a los residuos (44%), la mayor parte de los productores no cuentan con parideras y otros servicios como escamoteadores, fuentes de calor y nidos para lechones (33%), mientras que el 55,6% cuentan con este tipo de infraestructura pero de calidad media; así mismo, se evidencia un alto nivel de contaminación debido a que la mayoría de ellos vierten los desperdicios directamente al suelo o en cursos de agua (44%).

3.2. Correlación de Spearman entre las variables y las Dimensiones de la productividad

Tabla 5. Correlación entre número de cerdos y destino de los efluentes

			Número de cerdos	Destino de efluentes
Rho de Spearman	Número de cerdos	Coeficiente de correlación	1.000	.183
		Sig. (bilateral)	.	.637
		N	9	9
	Destino de efluentes	Coeficiente de correlación	.183	1.000
		Sig. (bilateral)	.637	.
		N	9	9

Elaborado por: El Autor

Como se puede evidenciar en la tabla 5, el p valor calculado es de 0.637 que es mayor a 0.01, por lo que se acepta la hipótesis nula que, es decir, no existe relación entre las variables; en lo que respecta al coeficiente de Rho de Spearman es de 0.183, lo cual ratifica la no existencia de una relación entre las variables.

Tabla 6. Correlación entre la alimentación y el destino de los efluentes

			Destino de efluentes	Alimentación
Rho de Spearman	Destino de efluentes	Coeficiente de correlación	1.000	-.209
		Sig. (bilateral)	.	.589
		N	9	9
	Alimentación	Coeficiente de correlación	-.209	1.000
		Sig. (bilateral)	.589	.
		N	9	9

Elaborado por: El Autor

En lo que respecta a las variables alimentación de los cerdos y el destino de los efluentes, el p valor calculado es de 0.589, el mismo que es mayor a 0.01, por lo que se acepta la hipótesis nula que, es decir, no existe relación entre las variables; en lo que respecta al coeficiente de Rho de Spearman, este es negativo, esto indica que a mejor alimentación de los animales el destino de los efluentes también es administrado de mejor manera.

Tabla 7. Correlación entre el manejo de residuos y el destino de los efluentes

			Destino de efluentes	Manejo de residuos
Rho de Spearman	Destino de efluentes	Coeficiente de correlación	1.000	.668*
		Sig. (bilateral)	.	.049
		N	9	9
	Manejo de residuos	Coeficiente de correlación	.668*	1.000
		Sig. (bilateral)	.049	.
		N	9	9

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Elaborado por: El Autor

Por otra parte, al contrastar las variables manejo de residuos y el destino de los efluentes, el p valor calculado es de 0.049 que es menor a 0.01, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, es decir, si existe relación entre las variables; en lo que respecta al coeficiente de Rho de Spearman es de 0.668, lo cual evidencia la existencia de una relación moderada entre las variables.

Tabla 8. Correlación entre la infraestructura y el destino de los efluentes

			Destino de efluentes	Infraestructura
Rho de Spearman	Destino de efluentes	Coefficiente de correlación	1.000	.428
		Sig. (bilateral)	.	.250
		N	9	9
Infraestructura	Destino de efluentes	Coefficiente de correlación	.428	1.000
		Sig. (bilateral)	.250	.
		N	9	9

Elaborado por: El Autor

En lo que respecta a las variables infraestructura y el destino de los efluentes, el p valor calculado es de 0.250, el mismo que es mayor a 0.01, por lo que se acepta la hipótesis nula, es decir, no existe relación entre las variables; en lo que respecta al coeficiente de Rho de Spearman, este es de 0.428, esto ratifica que no existe una relación entre las variables.

3.3. Modelo de regresión lineal generalizado

Tabla 9. Resumen del modelo de regresión lineal múltiple

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	.869 ^a	.755	.511	.64903

a. Predictores: (Constante), Infraestructura, Manejo de residuos, Número de cerdos, Alimentación

Elaborado por: El Autor

El coeficiente de correlación obtenido es de 0.869, es decir, la correlación entre las variables es fuerte y positiva; en lo que respecta a R cuadrado, esta es de 0.755, esto implica que aproximadamente el 75% de la variabilidad total en la variable independiente destino de los efluentes es explicada por las variables.

Tabla 10. Regresión lineal múltiple

Modelo	Coeficientes				
	B	Coeficientes no estandarizados Desv. Error	Coeficientes estandarizados Beta	t	Sig.
1 (Constante)	-.346	1.664		-.208	.845
Número de cerdos	-.018	.008	-.712	-2.187	.094
Alimentación	.011	.545	.008	.020	.985
Manejo de residuos	1.022	.417	.779	2.455	.070
Infraestructura	.811	.628	.583	1.291	.266

a. Variable dependiente: Destino de efluentes

Elaborado por: El Autor

Como se puede apreciar en la tabla 10, tanto la variable manejo de residuos (0.070) como el número de cerdos (0.094) influyen sobre la contaminación ambiental; las variables alimentación e infraestructura también participan en la contaminación en menor grado, 0.985 y 0.266, respectivamente. Se debe tener en cuenta que, debido a la presencia de factores de alta incertidumbre, el Alfa de Cronbach se definió al 0.1.

Se debe tener claro la causa de la contaminación ambiental, en este caso, la mala alimentación y la infraestructura inadecuada, y el efecto ocasionado, la producción de desechos que no reciben un manejo apropiado por parte de los productores porcinos.

3.4. Estrategias de mitigación del impacto ambiental

En Ecuador y específicamente en el cantón El Guabo, la producción porcina genera un impacto ambiental significativo, fundamentalmente en lo que respecta a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), al igual que la contaminación de suelos y aguas; con la finalidad de atenuar estos efectos y alinearse con las políticas del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador (MAATE), es posible implementar las siguientes estrategias:

Manejo de residuos orgánicos

Tratamiento de excretas: implementar sistemas de tratamiento de excretas, por ejemplo, biodigestores, estos hacen posible la desintegración anaeróbica de los desechos provenientes de las unidades de producción porcina, disminuyendo las emisiones de metano y produciendo biogás aprovechable como fuente de energía renovable. Martí et

al. (2017), explican que el sistema de biodigestores se viene utilizando desde el año 2002 en el valle de Intag, Imbabura, por parte de la Asociación de Campesinos agroecológicos de Intag (ACAI), en la actualidad disponen de más de 80 sistemas del modelo CIPAV, estos se encuentran semienterrados, para el reactor se recurre al uso de plástico de polietileno de baja densidad y filtro UV de espesores en torno a 0,15-0,2 mm; estos biodigestores tienen entre 8 y 10 m de largo y se encuentran vinculados a corrales de cerdos con piso de cemento, con 4 a 15 animales. El biogás generado es utilizado para cocinar.

Compostaje: Convertir los residuos sólidos en compost puede reducir la contaminación ambiental y al mismo tiempo producir un fertilizante orgánico para la agricultura. Tal es el caso de la granja integral La Esperanza, en Colombia, la misma que dispone de un inventario de 100 cerdos de ciclo completo, con la porcinoza producida se elabora compostaje, de esta manera se ha logrado disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la gestión del estiércol porcino, se recicla nutrientes que son utilizados en los sistemas agrícolas, no se genera aguas residuales que contaminen el ambiente, además de permitir el desarrollo de otros sistemas productivos agropecuarios que son comercializados y generan ingresos económicos (Ministerio del Ambiente de Colombia, 2020).

Optimización de la Alimentación

Aditivos Alimentarios: Utilizar aditivos que reduzcan la producción de metano entérico y optimicen la digestibilidad. Luna (2024), en su investigación implementó como aditivo alimentario tres niveles de la enzima fitasa en la dieta balanceada de cerdos, el trabajo de campo se llevó a cabo durante 35 días; si bien es cierto, no hubo diferencias significativas en lo que respecta al consumo de alimento, la conversión alimenticia de los animales resultó ser más eficiente, alcanzando una conversión de 2.67 g/g, por lo que se llegó a la conclusión que la suplementación con fitasa en niveles más altos mejora el rendimiento productivo y la rentabilidad económica; esta mejora en la eficiencia se debe a que estas enzimas eliminan el efecto antinutricional del ácido fítico por medio de su hidrólisis, mejorando así la utilización del fósforo presente en forma de fitatos y disminuye la necesidad de añadir fuentes inorgánicas de fósforo en las dietas de cerdos, contribuyendo de esta manera a la disminución de la contaminación ambiental.

Mejoras en la Infraestructura

Diseño de Instalaciones: Construir galpones con sistemas de ventilación apropiados y pisos que hagan más fácil el lavado, de esta manera es posible minimizar el depósito de desechos y la emisión de olores. De acuerdo con Cedeño y Palacios (2023), en su trabajo de investigación realizado en el cantón Chone, provincia de Manabí, implementan el sistema cama profunda aéreo en una unidad de producción porcina durante la fase de destete de lechones, es decir, el sistema cama profunda tradicional se encuentra elevado del suelo con la finalidad de brindar un mejor confort a los animales, de manera particular en lo que concierne a sanidad, espaciamiento y ventilación, esto permitió afianzar la conversión alimenticia, la obtención de resultados aceptables en ganancia de peso, además del beneficio para el medio ambiente debido a que se recurrió al uso de productos como cascarilla de arroz y aserrín, disminuyendo así los malos olores, evadiendo la aparición de patologías y dípteros que puedan afectar el ciclo de vida del cerdo.

Gestión de Emisiones

Cubiertas en Lagunas de Estiércol: Colocar cubiertas en las lagunas de almacenamiento a fin de capturar el metano y utilizarlo como fuente energética, disminuyendo las emisiones de gases de efecto invernadero. En la empresa Productora Nacional de Alimentos C.A.–PRONAC, debido al gran volumen de residuos orgánicos provenientes de la producción porcina, la tecnología más accesible y adaptable es la laguna cubierta, de esta manera es posible capturar la mayor cantidad de metano y producir biogás y biol; la empresa cuenta con 6 biodigestores con este sistema, los mismos que se encuentran localizados en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, el mayor de estos tiene un volumen de 11.000 m³, es el más grande a nivel nacional, este recoge 250 m³ diarios de agua de desechos provenientes de aproximadamente 8.000 cerdos, el biogás producido por este biodigestor es de 1.000 m³/día, esto equivale a la instalación de un generador de 75 kW (Martí et al., 2017).

Implementación de Buenas Prácticas Porcícolas (BPP)

Higiene y Bioseguridad: Mantener estándares elevados de limpieza y medidas de bioseguridad a fin de prevenir la presencia de enfermedades y disminuir la necesidad de tratamientos químicos que puedan contaminar el ambiente. Según el trabajo de investigación realizado por Laguna, (2024) realizado en la parroquia Eloy Alfaro del cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi, en el mismo se evaluó las instalaciones del

proyecto de cerdos de la Universidad Técnica de Cotopaxi, el control de ingresos, el manejo de alimentos, control de plagas, y los registros, pudiendo evidenciarse problemas en cuanto a la ventilación, desinfección de pediluvios y pisos inadecuados para los cerdos, por lo que se procedió a mejorar algunos aspectos, particularmente la desinfección de pediluvios, la implementación de registros y la limpieza general de corrales; esto permitió mejorar significativamente la bioseguridad de la unidad de producción porcina.

Capacitación Continua: Educar al personal en prácticas sostenibles y en la importancia de la mitigación del cambio climático. Muñoz et al. (2022), en su trabajo de investigación realizaron un diagnóstico de la situación productiva y socioeconómica de las unidades de producción porcina de La Pampa, Argentina, desde las perspectivas de los nuevos conocimientos tecnológicos y de gestión ambiental de actualidad, la información se obtuvo de 48 productores porcinos; los indicadores que indican cuidado para el desarrollo del sector se centran en el tratamiento de los efluentes y en el manejo de las condiciones ambientales, por lo que se propuso un plan de capacitación con la finalidad de disminuir los niveles de contaminación y mejorar las prácticas de manejo en las unidades de producción.

3.5. Discusión

Como se puede apreciar en los resultados de la investigación, existe correlación significativa entre las variables manejo de residuos y el destino que los productores le dan a los efluentes; esto concuerda con lo que establece Peralta (2023), el mismo explica que los purines son los que ocasionan el mayor incremento del dióxido de carbono que da lugar a afectaciones al medio ambiente, por ejemplo, la degradación del suelo, aire y agua, y que de manera general, estos impactos son generados en mayor cuantía por los pequeños y medianos productores debido a la falta de recursos para llevar el adecuado manejo sanitario.

Por otra parte, mediante el análisis de regresión lineal múltiple se estableció la existencia de correlación entre el destino que los productores le dan a los efluentes, número de cerdos y el manejo de los residuos, es decir, el manejo que se le da a los efluentes no es el adecuado, por lo que también estarían contaminando el ambiente; tal como lo establece (Avendaño, 2021), el mismo que estableció la existencia de contaminación ambiental debido a que en las unidades de producción no existen técnicas adecuadas para el manejo y sistema de recolección de residuos, estos son vertidos al suelo

y generalmente se localizan dispuestos al aire libre, lo que conlleva a la contaminación ambiental.

Olmedo y Yáñez (2022) explican que entre los motivos para el mal manejo de residuos en las unidades de producción porcina se encuentra el desconocimiento, por lo que, al igual que en esta investigación, también se plantea como estrategia la capacitación a los pequeños y medianos productores con la finalidad de mejorar sus condiciones socioeconómicas y ambientales.

CONCLUSIONES

Una vez finalizado el trabajo de investigación, es posible establecer las siguientes conclusiones:

La producción porcina del cantón El Guabo tiene un impacto significativo en la contaminación ambiental, esto se pudo demostrar gracias al levantamiento de información directamente en las unidades de producción porcina y los modelos de correlación propuestos, en los cuales se explica que por lo menos dos de las variables independientes tienen influencia en el destino que los productores porcinos les dan a los efluentes, por lo tanto, estarían contaminando el ambiente.

En lo que respecta al objetivo específico 1, se procedió a diseñar un cuestionario de preguntas que permitió identificar las principales características productivas de las unidades de producción porcina, desde el número de cerdos, hasta sus características técnicas, alimentación, destino que le dan a los efluentes y, finalmente, la contaminación ambiental que generan.

El siguiente paso consistió en establecer la correlación entre las variables por medio del coeficiente de Rho de Spearman, por medio del cual se pudo establecer que existe correlación significativa entre las variables manejo de residuos y el destino de los efluentes, mientras que las variables como son alimentación de los cerdos, manejo e infraestructura, no tienen correlación con la variable dependiente destino de los efluentes.

Por otra parte, en lo que tiene que ver con el análisis de regresión lineal múltiple, el modelo planteado establece la existencia de correlación entre el destino que los productores le dan a los efluentes y las variables número de cerdos y el manejo de los residuos, es decir, estarían contaminando el ambiente debido al mal manejo que le dan a los efluentes, los mismos que son vertidos tanto a las vertientes como directamente al suelo.

RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta las conclusiones establecidas en el trabajo de investigación, se plantea las siguientes recomendaciones:

Debido al impacto significativo de la producción porcina del cantón El Guabo en la contaminación ambiental, se recomienda establecer talleres de capacitación y visitas constantes por parte de las autoridades sanitarias a este tipo de establecimientos productivos, esto con la finalidad de hacer un seguimiento que permita controlar a futuro el perjuicio ambiental ocasionado.

El cuestionario de preguntas planteado permitió la identificación de las principales características productivas de las unidades de producción porcina y del destino que le dan a los efluentes, sin embargo, en investigaciones futuras se podría realizar una investigación más a fondo en la que se investigue las características reales de la contaminación ambiental ocasionada, es decir, una investigación de tipo explicativa.

La correlación de Spearman permitió identificar la existencia de correlación entre las variables manejo de residuos y el destino de los efluentes, por lo que se recomienda que las autoridades sanitarias brinden charlas de capacitación con respecto al manejo de residuos a fin de que los productores porcinos conozcan más a fondo las medidas que pueden implementar y de que maneras estas perjudican al ambiente.

En lo que respecta al objetivo tres, se ratifica que una de las variables que mayor correlación tiene con el destino que los productores le dan los efluentes y por ende la contaminación ambiental, es el manejo de residuos, por lo que se ratifica que debería brindarse charlas de capacitación al respecto; otra variable que también influye significativamente en la correlación es el número de cerdos, es decir, a mayor número de cerdos mayor contaminación, por lo que así mismo, se recomienda realizar visitas constantes a las unidades de producción porcina para concientizar a los productores.

REFERENCIAS

- Álvarez, J., Ryschawy, J., Grillot, M., & Martin, G. (2024a). Circularity and livestock diversity: Pathways to sustainability in intensive pig farming regions. *Agricultural Systems*, 213(1), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103809>
- Álvarez, J., Ryschawy, J., Grillot, M., & Martin, G. (2024b). Circularity and livestock diversity: Pathways to sustainability in intensive pig farming regions. *Agricultural Systems*, 213(1), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103809>
- Angulo, G., Vidal, C., & Rios, I. (2020). Scientific reasoning skills and patterns of use of Information and Communication Technologies. The case of the students of the Universidad de Santander (Valledupar, Colombia). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 844(1), 1207–1212. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/844/1/012007>
- Asociación de Bancos Privados del Ecuador. (2022). *Guía de granjas de cerdos* (Primera edición). <https://asobanca.org.ec/wp-content/uploads/2022/12/1.-Guia-Granja-de-Cerdos.pdf>
- Avendaño, G. (2021). *Producción porcina y su incidencia en la contaminación ambiental - Cooperativa Agraria Industrial La Libertad, Trujillo 2021* [Tesis de grado]. Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/70612>
- Cedeño, L., & Palacios, N. (2023). *Implementación del sistema de cama profunda aérea adaptado a la fase de destete de la producción porcina en el cantón Chone* [Tesis de grado]. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/4709>
- Chen, Y., Xu, Y., & Wang, K. (2020). Spatial classification and environmental treatment protocols of solid waste sources-A case study of Shengzhou, China. *Sustainability (Switzerland)*, 12(9), 1–16. <https://doi.org/10.3390/SU12093594>
- Derumigny, A., & Fermanian, J.-D. (2020). On Kendall's regression. *Journal of Multivariate Analysis*, 178(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jmva.2020.104610>
- Domínguez, S., & Faz, A. (2021). Utilización sostenible de purines de cerdo, con y sin tratamiento, como enmienda orgánica en cultivos de almendro. *Congreso Internacional Sobre Desertificación*, 665–668. <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/97812>

- Dyar, O., Zhang, T., Peng, Y., Sun, M., Sun, C., Yin, J., Ding, L., Sun, C., Wang, Y., Sun, Q., Greko, C., & Stålsby, C. (2020). Knowledge, attitudes and practices relating to antibiotic use and antibiotic resistance among backyard pig farmers in rural Shandong province, China. *Preventive Veterinary Medicine*, 175(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104858>
- Edelmann, D., Móri, T. F., & Székely, G. J. (2021). On relationships between the Pearson and the distance correlation coefficients. *Statistics & Probability Letters*, 169(1), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.spl.2020.108960>
- El-Hashash, E. F., & Shiekh, R. H. A. (2022). A Comparison of the Pearson, Spearman Rank and Kendall Tau Correlation Coefficients Using Quantitative Variables. *Asian Journal of Probability and Statistics*, 1(1), 36–48. <https://doi.org/10.9734/ajpas/2022/v20i3425>
- Francia, B. (2023). El cerdo como alcancía: su valor en la economía de los clasificadores de residuos, análisis en contexto de pandemia por COVID-19. *Horizontes Antropológicos*, 29(66), 1–18. <https://doi.org/10.1590/1806-9983e660411>
- Gámez, C., Lozano, M., Cervera, C. A., & Quintero, J. A. (2022). Producción de biogás a partir de procesos de digestión y codigestión anaerobia usando estiércol de cerdo y residuos vegetales. *RedBioLAC*, 6(1), 34–39. <http://revistaredbiolac.org/index.php/revistaredbiolac/article/view/25/15>
- Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón El Guabo. (2020). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón El Guabo* (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón El Guabo, Ed.).
- González, S., & Reyes, B. (2023). Procedimiento para la gestión ambiental en la producción porcina: municipio Holguín, Cuba. *Ciencias Holguín*, 29(2), 1–10. <https://www.redalyc.org/journal/1815/181574886005/181574886005.pdf>
- Hesamian, G., Torkian, F., Johannssen, A., & Chukhrova, N. (2024). A learning system-based soft multiple linear regression model. *Intelligent Systems with Applications*, 22(1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2024.200378>
- Hurtado, E. A., Cueva, T., & Barba, C. (2021). La modelización del crecimiento de los cerdos bajo un sistema de cama profunda. *Revista CIENCIA UNEMI*, 14(36), 1–11. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol14iss36.2021pp1-11p>

- Instituto Nacional de estadísticas y Censos. (2023). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. <https://n9.cl/677f9>
- Kanter, D. R., Schwoob, M. H., Baethgen, W. E., Bervejillo, J. E., Carriquiry, M., Dobermann, A., Ferraro, B., Lanfranco, B., Mondelli, M., Penengo, C., Saldias, R., Silva, M. E., & de Lima, J. M. S. (2016). Translating the Sustainable Development Goals into action: A participatory backcasting approach for developing national agricultural transformation pathways. *Global Food Security*, *10*(1), 71–79. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2016.08.002>
- Khosiev, B., Ostaev, G., Gogaev, O., Markovina, E., Latysheva, A., & Konina, E. (2019). Strategic Management And Zootechnical Control In Pig-Breeding Enterprises: Development Of Its Information Base. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, *10*(1), 1267–1279. [https://www.rjpbcs.com/pdf/2019_10\(1\)/\[163\].pdf](https://www.rjpbcs.com/pdf/2019_10(1)/[163].pdf)
- Lagua, A. (2024). *Protocolo de bioseguridad para el proyecto de cerdos del Centro de Experimentación, Investigación y Desarrollo* [Tesis de grado]. Universidad Técnica de Cotopaxi. <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/123456789/12537>
- Leppink, J. (2017). Revisiting the quantitative–qualitative-mixed methods labels: Research questions, developments, and the need for replication. *Journal of Taibah University Medical Sciences*, *12*(2), 97–101. <https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2016.11.008>
- Li, J., Peng, Y., & Wang, P. (2022). Environmental pollution and migrant settlement decision: Evidence from China. *Chinese Journal of Population, Resources and Environment*, *20*(4), 357–368. <https://doi.org/10.1016/j.cjpre.2022.11.006>
- Li, Y., Yang, Y., Ma, L., Liu, J., An, Q., Zhang, C., Yin, G., Cao, Z., & Pan, H. (2022). Comparative Analyses of Antibiotic Resistance Genes in Jejunum Microbiota of Pigs in Different Areas. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, *12*(1), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2022.887428>
- Luna, K. (2024). *Evaluación de tres niveles de fitasa en dietas de cerdo en la etapa de crecimiento en el cantón Vinces, Los Ríos* [Tesis de grado]. Universidad Técnica de Babahoyo. <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/17343>
- Marín, M., Hernández, A., & Cásarez, R. (2021). Nanotecnología y Agricultura: Detección, Monitoreo y Remediación de Contaminantes. *Salud y Administración*, *8*(23), 29–35. <https://revista.unsis.edu.mx/index.php/saludyadmon/article/view/214>

- Martí, J., Piedra, M., Ramírez, V., Rodríguez, L., López, D., Cipriano, J., & Cuji, P. (2017). *Actividad 1: Línea base y demanda potencial técnica de biodigestores en Ecuador: Análisis del contexto y tipologías de productores*. https://www.ctc-n.org/system/files/dossier/3b/180114_e1.1_linea_base_ecuador_biogas.pdf
- Mesa, E., Hernández, J., & Campero, J. (2021). Uso de modelos lineales generalizados en el conteo de *Leptopharsa gibbicarina* (Hemiptera: Tingidae) en palma de aceite. *Revista Colombiana de Entomología*, 47(1), 2–5. <https://doi.org/10.25100/socolen.v47i1.7661>
- Ministerio del Ambiente de Colombia. (2020). *Estrategia Nacional de Economía Circular. Casos de Éxito*. <https://economiecircular.minambiente.gov.co/index.php/casos-de-exito/>
- Miranda, R., Mainegra, D., & Miranda, J. (2020). Family pig production: training experiences from the Municipal University Center. *Cooperativismo y Desarrollo*, 8(2), 329–348. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2310-340X2020000200329&script=sci_arttext
- Mondal, D., & Kumar, T. (2021). Lameness: A Very Common Disorder in Pigs, Its Causes and Therapeutic Intervention. *Biotica Research Today*, 3(8), 709–713. <https://biospub.com/index.php/bioretoday/article/view/1069/809>
- Monteleone, B., Baldereschi, E., Fabbri, N., De Bernardi, C., & Frey, M. (2024). A sustainability assessment of the foundry production process in Italy. *Sustainable Production and Consumption*, 46(1), 491–501. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.03.005>
- Montgomery, D., Peck, E., & Vining, G. (2021). *Introduction to Linear Regression Analysis* (Wiley series, Ed.; Sexta edición).
- Morales, J., Espinoza, J., Salazar, E., & Quinchimbla, F. (2023). Estudio de modelación matemática de los daños ambientales en un río urbano de Ecuador. *Polo Del Conocimiento*, 8(6), 1075–1088. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i6>
- Muñoz, M., Ghiglione, F., Dalla, S., & Sucurro, G. (2022). Gestión ambiental y sociocultural de pequeños y medianos productores porcinos de La Pampa. *Revista Negocios Agroalimentarios*, 7(2), 9–14.
- Olmedo, N., & Yanez, K. (2022). *Diseño de un sistema de gestión del efluente orgánico producto de una granja porcícola ubicada en el recinto El Placer en Santo Domingo de los Tsáchilas* [Tesis de grado]. Escuela Politécnica Nacional. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22882>

- Olsen, J., Andersen, H., Kristensen, T., Schlægelberger, S., Udesen, F., Christensen, T., & Sandøe, P. (2023). Multidimensional sustainability assessment of pig production systems at herd level – The case of Denmark. *Livestock Science*, 270(1). <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2023.105208>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2023). *Cultivos y productos de ganadería*. <https://acortar.link/tPtyHI>
- Peng, S., Han, W., & Jia, G. (2022). Pearson correlation and transfer entropy in the Chinese stock market with time delay. *Data Science and Management*, 5(3), 117–123. <https://doi.org/10.1016/j.dsm.2022.08.001>
- Peralta, D. (2023). *Evaluación de impactos ambientales de la industria porcina y propuestas de mejora en el manejo de purines* [Tesis de grado]. Universidad Técnica de Babahoyo. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/175505>
- Pugliese, E., Filice, L., & Passarelli, M. (2022). Innovation in a food SME to match the UN2030 sustainable development goals. *Procedia Computer Science*, 200(1), 1715–1725. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.372>
- Rodríguez, J., & Reguant, M. (2020). Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante el SPSS: el coeficiente alfa de Cronbach. *REIRE Revista D'Innovació i Recerca En Educació*, 13(2). <https://doi.org/10.1344/reire2020.13.230048>
- Scown, M., Brady, M., & Nicholas, K. (2020). Billions in Misspent EU Agricultural Subsidies Could Support the Sustainable Development Goals. *One Earth*, 3(2), 237–250. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.07.011>
- Siddiqua, A., Hahladakis, J., & Al-Attiya, W. (2022). An overview of the environmental pollution and health effects associated with waste landfilling and open dumping. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(39), 58514–58536. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21578-z>
- Valverde, A., Echeverría, E., Figueroa, T., Indacochea, N., & del Valle, W. (2022). Los alimentos alternativos en la cría de cerdos traspatio en la comuna Joa del cantón Jipijapa. *UNESUM - Ciencias: Revista Científica Multidisciplinaria*, 6(2), 73–86. <https://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/view/629/525>

- Viana, C., Freire, D., Abrantes, P., Rocha, J., & Pereira, P. (2022). Agricultural land systems importance for supporting food security and sustainable development goals: A systematic review. *Science of the Total Environment*, 806(1). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150718>
- Vilá, R., Torrado, M., & Reguant, M. (2019). Análisis de regresión lineal múltiple con SPSS: un ejemplo práctico. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca En Educació*, 12 (2), 1–10. <https://doi.org/10.1344/reire2019.12.222704>
- Wang, H., Long, W., Chadwick, D., Velthof, G. L., Oenema, O., Ma, W., Wang, J., Qin, W., Hou, Y., & Zhang, F. (2020). Can dietary manipulations improve the productivity of pigs with lower environmental and economic cost? A global meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 289(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106748>
- Xu, Z., Sun, J., Qin, Y., Xu, J., & Li, S. (2024). Does environmental pollution reduce residents' income? Evidence from CFPS in China. *Environment International*, 189(1), 108790. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.108790>
- Xuan, V. N., Hoa, P. X., Thu, N. T. P., & Huong, L. M. (2023). Factors affecting Environmental Pollution for Green Economy: The Case of ASEAN countries. *Environmental Challenges*, 14(1), 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2023.100827>
- Zhang, L., Mao, Y., Chen, Z., Hu, X., Wang, C., Lu, C., & Wang, L. (2024). A systematic review of life-cycle GHG emissions from intensive pig farming: Accounting and mitigation. *Science of The Total Environment*, 907(10), 112–123. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168112>
- Zira, S., Rydhmer, L., Ivarsson, E., Hoffmann, R., & Rööös, E. (2021). A life cycle sustainability assessment of organic and conventional pork supply chains in Sweden. *Sustainable Production and Consumption*, 28(1), 21–38. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.03.028>

ANEXOS

Se presenta la información consultada. Pueden ser, carta de compromiso, carta aval, instrumentos, evidencia fotográfica, entre otros que el autor considere necesario.

Anexo 1: Modelo

Cuestionario de preguntas

Formulario N°		
Cantón		
Parroquia		
Propietario		
Ubicación geográfica		
A. Características generales de las unidades de producción porcina		
1. ¿De cuantos cerdos dispone en su granja?		
Reproductores hembra		
Reproductores macho		
Lechones		
Engorde		
Total		
2. ¿Cuál es la superficie total de la explotación?		
Tenencia	Cantidad	Unidad
Propiedad		
Arrendamiento		
Otras		
Total		
3. ¿La cantidad de animales que usted maneja ha variado respecto al año 2023?		
No ha variado, es similar <input type="checkbox"/> Ha disminuido <input type="checkbox"/> Ha aumentado <input type="checkbox"/>		
4. Si ha cambiado, indique la cantidad total de cerdos o de madres que tenía en el 2023		
Reproductores hembra		
Reproductores macho		
Lechones		
Engorde		
Total		
5. ¿Se faenaron cerdos para autoconsumo en los últimos 12 meses?		
Sí	<input type="checkbox"/>	
No	<input type="checkbox"/>	

6. ¿Cuántos cerdos faenó para autoconsumo en los últimos 12 meses?				
Reproductores hembra	<input type="text"/>			
Reproductores macho	<input type="text"/>			
Lechones	<input type="text"/>			
Engorde	<input type="text"/>			
Total	<input type="text"/>			
7. ¿La producción de cerdos es con fines de venta?				
Sí	<input type="checkbox"/>			
No	<input type="checkbox"/>			
8. ¿Cuál es la orientación de la producción de cerdos?				
Crías lechones	<input type="checkbox"/>	Engorde	<input type="checkbox"/>	
Recría	<input type="checkbox"/>	Cría de reproductores	<input type="checkbox"/>	
Ciclo completo	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
9. ¿Cómo es el alojamiento para los cerdos, según las diferentes categorías animales?				
Categoría Animal	Lugar de alojamiento			
	Confinado	Confinado /acceso a potrero	A campo	
Cerdos reproductores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Cerdas en lactación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Cerdas gestantes, sin servicio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Reemplazos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Destetados hasta 25 kg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Entre 25 y 60 kg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Más de 60 kg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10. ¿Qué tipo de parideras tiene y qué cantidad de cada tipo?				
Tipo de parideras	Convencional	Jaula	A campo	Otra
Cantidad de parideras (Número)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Tienen escamoteador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Tienen fuente de calor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Tienen nido para los lechones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
Estado general de las parideras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/>				
B. Manejo ambiental				
11. ¿Cómo limpia los alojamientos?				
En forma manual sin utilizar agua	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En forma manual utilizando agua	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Automáticamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
No los limpia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otro(especificar)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

12. ¿Cómo son extraídos los efluentes?

Sólidos y líquidos separados	
Sólidos y líquidos juntos	

13. ¿Qué tratamiento les da a los efluentes?

Tratamiento	Tipo de efluente		
	Sólo sólido	Sólo líquido	Mezcla líquido y sólido
No realiza			
Apilado			
Compostaje			
Fosa de retención			
Laguna de estabilización			
Producción de biogás			

14. ¿Cuál es el destino final de los efluentes (tratados o no)?

Tratamiento	Tipo de efluente		
	Sólo sólido	Sólo líquido	Mezcla líquido y sólido
Vertido en cursos de agua			
Fertilización de cultivos			
Venta			
Reutilización del agua en la producción de cerdos			
Reutilización de los sólidos en la producción de cerdos			
Deposita en pozos sépticos			
Desecha directamente al suelo			

15. Indique en orden de importancia (1 a 3) el tipo de alimento/s suministrado/s a las diferentes categorías de cerdos en la última semana. (Asigne 1 al más importante y no marque más de 3 alimentos por categoría animal)

Alimento / Categoría	Ración	Granos enteros o molinos	Forraje verde	Subproductos de aviicultura	Subproductos de industria láctea	Desperdicios domiciliarios	Otros
Cerdas en lactación							
Gestación 1 (hasta 2,5 meses)							
Gestación 2 (2,5 meses al fin)							
Lechones destetados hasta 25 kg							
Entre 25 y 60 kg							
Entre 60 y 90 kg							
Más de 90 kg							

16. ¿Cómo suministra el alimento?

Manual	
Semiautomático	
Automático	
Otra (especifique)	

17. ¿Cómo suministra el agua?

Manual Automático

B. Características del productor

18. Edad del productor

19. ¿Cuántos años hace que es productor de cerdos?

20. Educación ¿cuál fue el nivel más alto al que asistió?

Ninguna	<input type="checkbox"/>
Primaria	<input type="checkbox"/>
Secundaria	<input type="checkbox"/>
Técnica	<input type="checkbox"/>
Universitaria	<input type="checkbox"/>
Otro	<input type="checkbox"/>

21. ¿Completó dicho nivel?

Sí
No

22. Si en C.20. Contestó Cód. 4 o 5, indique que tipo de educación profesional recibió

Ingeniero agrónomo Técnico agropecuario
Veterinario Otro _____

23. ¿El productor/socio principal o familiares tuvieron ingresos por actividades extras a la explotación en los últimos 12 meses?

No Técnico agropecuario
Si, trabajo fuera de la explotación Si, otros ingresos _____

24. Si en la pregunta anterior marcó 2,3 o 4, conteste ¿Qué importancia tuvieron dichos ingresos para la economía de la explotación?

Alta Media Baja Nula

Anexo 2: Jaula paridera, unidad productiva de Sra. Jiménez Pacheco Zoila



Anexo 3: Compostaje, unidad productiva de Sra. Jiménez Pacheco Zoila



Anexo 4: Cerdos, unidad productiva de Sr. Loja Sagbay Elías



Anexo 5: Manejo de residuos. Unidad productiva de Sr. Loja Sagbay Elías

