

MISIÓN: difundir resultados de investigación, desarrollo de tecnologías e innovación, relacionados con el sector agropecuario.

POLÍTICA EDITORIAL: publicación diseñada para investigadores, profesores de universidades e institutos de formación técnica, empresarios agropecuarios, organizaciones que fomentan el desarrollo rural, decisores vinculados al sector agropecuario, campesinos y productores agropecuarios nacionales y extranjeros.

La revista publica artículos científicos (de investigación, de revisión, comunicaciones cortas, notas técnicas, estudios de caso, opiniones y reflexiones) que contribuyen al conocimiento de las ciencias agropecuarias y el desarrollo rural territorial. La publicación de las contribuciones dependerá de la aprobación del Consejo Editorial, el cual se apoyará en los dictámenes del Comité Científico. La revisión de los artículos consta de una evaluación editorial previa, donde se revisan los siguientes aspectos: 1) cumplimiento de las normas de la revista; 2) novedad, 3) calidad del título, resumen, palabras claves y de las referencias; así como de una evaluación académica que se realiza de acuerdo con el sistema de revisión por pares y a doble ciego, para garantizar la imparcialidad del proceso.

Como pauta general, no deben aparecer más de seis autores. Se considerarán como autores los que participaron en grado suficiente para asumir la responsabilidad pública del contenido del artículo, los cuales cedieron la contribución para su reproducción editorial. Los resultados, criterios y opiniones que aparezcan en los mismos son de su responsabilidad. Toda contribución se podrá copiar, usar, difundir, transmitir y exponer públicamente, siempre que se cite la autoría y la fuente original de su publicación (revista, editorial) y no se usen para fines comerciales.

TEMÁTICAS

- Introducción, evaluación y difusión de recursos fitogenéticos afines a la rama agropecuaria.
- Manejo agroecológico de sistemas de producción.
- Producción pecuaria sostenible.
- Conservación de forrajes y subproductos agroindustriales para la alimentación animal.
- Agroforestería para la producción animal y agrícola.
- Sistemas de producción integrados de alimentos y energía en el medio rural.
- Utilización de la medicina alternativa en los sistemas agropecuarios tropicales.
- Adaptación y mitigación al cambio climático en ecosistemas agropecuarios.
- Aspectos económicos, gerenciales y sociales de la producción agropecuaria.
- Extensionismo, innovación agraria y transferencia de tecnologías.
- Desarrollo rural y local.

ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES INDIO HATUEY

CONSEJO EDITORIAL

Editor Jefe | Dra.C. Tania Sánchez Santana

Editora Asistente | M.Sc. Nayda Armengol López

Editora-Ciencias Agrarias | Dra.C. Marta B. Hernández Chávez

Editor-Ciencias Veterinarias | Dr.C. Javier Arece García

COMITÉ EDITORIAL

Dr.C. Jesús Suárez Hernández

Dra.C. Marlen Navarro Boulandier

Dr.C. Jesús M. Iglesias Gómez

Dr.C. Anesio R. Mesa Sardiñas

Dra.C. Hilda C. Machado Martínez

Dr.C. Giraldo J. Martín Martín

Dr.C. Luis Lamela López

Dra.C. Mildrey Soca Pérez

Dr.C. Félix Ojeda García

Dr.C. Gertrudis Pentón Fernández

| Dra.C. Maybe Campos Gómez

| Dra.C. Maykelis Díaz Solares

| Dr.C. Hilda B. Wencomo Cárdenas

| Dr.C. Luis A. Hernández Olivera

| Dr.C. Osmel Alonso Amaro

| Dra.C. Odalys C. Toral Pérez

| M.Sc. Onel López Vigoa

| M.Sc. Milagros de la C. Milera Rodríguez

| M.Sc. Yolai Noda Leyva

| M.Sc. Juan C. Lezcano Fleires

COMITÉ CIENTÍFICO

Dr.C. Sonia Jardines González | UNIVERSIDAD DE MATANZAS, CUBA

Dr.C. Angela Borroto Pérez | UNIVERSIDAD DE CIEGO DE ÁVILA, CUBA

Dr.C. Aníbal E. Fernández Mayer | INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA, ARGENTINA

Dr.C. Argemiro Sanavria | UNIVERSIDAD FEDERAL RURAL DE RIO DE JANEIRO, BRASIL

Dr.C. Tyrone J. Clavero Cepeda | UNIVERSIDAD DE ZULIA, VENEZUELA

Dr.C. José M. Palma García | UNIVERSIDAD DE COLIMA, MÉXICO

Dr.C. Oscar Romero Cruz | UNIVERSIDAD DE GRANMA, CUBA

Dr.C. Carlos J. Bécquer Granados | ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES DE SANCTI SPÍRITUS, CUBA

Dr.C. Rodobaldo Ortiz Pérez | INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, CUBA

Dr.C. Pedro C. Martín Méndez | INSTITUTO DE CIENCIA ANIMAL, CUBA

Dr.C. Pedro P. del Pozo Rodríguez | UNIVERSIDAD AGRARIA DE LA HABANA, CUBA

Dr.C. Redimio Pedraza Olivera | UNIVERSIDAD DE CAMAGÜEY, CUBA

Dr.C. Rafael S. Herrera García | INSTITUTO DE CIENCIA ANIMAL, CUBA

Dr.C. Pedro José González Cañizares | INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, CUBA

Dr.C. Ángel Arturo Santana Pérez | UNIVERSIDAD DE GRANMA, CUBA

COMITÉ DE APOYO

Edición y corrección:

M.Sc. Alicia Ojeda González

Diagramación y edición:

Ing. Dailys Rubido González

Miresleidys Rodríguez Rizo

Traducción:

Lic. Nidia Amador Domínguez

Diseño de cubierta:

Lic. Israel de Jesús Zaldívar Pedroso

**ESTACIÓN EXPERIMENTAL
DE PASTOS Y FORRAJES
INDIO HATUEY**

CONTENIDO

INDIZADA | INDEXED

SciELO

SciELO Citation Index Web of Science

Electronic Journals Index (SJSU)

REDALYC

CAB Abstracts

AGRIS (FAO)

PERIODICA (México)

BIBLAT (México)

Open Science Directory

REDIB

Repositorio de Medio Ambiente de Cuba

REGISTRADA | REGISTERED

DOAJ

Fuente académica de EBSCO

LATINDEX

Cubaciencia

Actualidad Iberoamericana (Chile)

PERI (Brasil)

TROPAG (Holanda)

ORTON (Costa Rica)

BAC (Colombia)

AGROSI (México)

EMBRAPA (Brasil)

Forrajes Tropicales (CIAT)

Ulrich's International

Periodicals Directory

Catálogo de Publicaciones

Seriadas Cubanas

Catálogo colectivo COPAC (Reino Unido)

Catálogo colectivo SUDOC (Francia)

Catálogo colectivo ZDB (Alemania)

Artículos a consideración del comité

editorial, dirigirse a:

*Papers to be considered by the
editorial committee, please contact:*

Dra.C. Tania Sánchez Santana /

tania@ihatuey.cu

© 2019. Estación Experimental
de Pastos y Forrajes Indio Hatuey

Central España Republicana,

CP 44280, Matanzas, Cuba

☎ (53) (45) 571225 / 571235

<http://www.ihatuey.cu/>

En línea / Online

<http://payfo.ihatuey.cu>

<http://scielo.sld.cu/>

Índice de aprovechamiento de fuentes renovables de energía, asociadas a tecnologías apropiadas en fincas familiares en Cuba

Utilization index of renewable energy sources, associated to appropriate technologies in family farms in Cuba

Leidy Casimiro-Rodríguez¹, <https://orcid.org/0000-0002-0530-3786>; José Antonio Casimiro-González², <https://orcid.org/0000-0001-6551-7949>; Jesús Suárez-Hernández², <https://orcid.org/0000-0002-6232-1251>; Giraldo Jesús Martín-Martín², <https://orcid.org/0000-0002-8823-1641>; e Irán Rodríguez-Delgado³, <https://orcid.org/0000-0002-6453-2108>

¹Universidad de Sancti Spiritus, Ave. de los Mártires, CP 60100, Sancti Spiritus, Cuba. ²Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Universidad de Matanzas, Ministerio de Educación Superior, Central España Republicana, CP 44280 Matanzas, Cuba. ³Universidad Técnica de Machala, Carretera Panamericana, Machala, CP 070102, El Oro, Ecuador. *Correspondencia: leidy7580@gmail.com

Resumen

Objetivo: Concebir un índice de medición del potencial de aprovechamiento de las fuentes renovables de energía con tecnologías apropiadas en 25 fincas de Cuba.

Materiales y Métodos: Se diseñó una propuesta a partir de la metodología Delphi, validada mediante el coeficiente de concordancia de Kendall. Se obtuvo el Índice de Aprovechamiento de Fuentes Renovables de Energía, aplicado en la Finca del Medio, en la provincia de Sancti Spiritus, Cuba, a partir de un estudio longitudinal con tres etapas diferentes (1995-2000, 2001-2006, 2007-2016).

Resultados: Como consecuencia de la implementación del Índice, se determinó que el autoabastecimiento de energía en esta finca es de 83,6 %. Durante el 2016, se evaluaron otras 24 fincas representativas, destacadas por su participación en procesos de innovación tecnológica y desarrollo de los principios de la agroecología. Se caracterizó la situación que presentan en cuanto al uso de las fuentes renovables de energía. Se constató su pobre aprovechamiento (solo 20 % en el mejor de los casos).

Conclusiones: El análisis del Índice de Aprovechamiento de Fuentes Renovables de Energía en la Finca del Medio demostró que, a partir del uso de tecnologías apropiadas, la demanda energética se abastece en 83,7 % con fuentes renovables de energía.

Palabras clave: energía, explotaciones agrarias, diversificación, innovación

Abstract

Objective: To conceive a measurement index of the utilization potential of renewable energy sources with appropriate technologies in 25 farms of Cuba.

Materials and Methods: A proposal was designed from the Delphi methodology, validated through Kendall's coefficient of concordance. The Utilization Index of Renewable Energy Sources was obtained, applied in the del Medio farm, in Sancti Spiritus province, Cuba, from a longitudinal study with three different stages (1995-2000; 2001-2006; 2007-2016).

Results: As consequence of the implementation of the Index, it was determined that the energy self-supply in this farm is 83,6 %. During 2016, other 24 representative farms, which stand out for their participation in processes of technological innovation and development of agroecology principles, were evaluated. The situation they show regarding the use of renewable energy sources was characterized. Their poor utilization (only 20 % in the best case scenario) was observed.

Conclusions: The analysis of the Utilization Index of Renewable Energy Sources in the del Medio farm showed that, from the use of appropriate technologies, the energy demand is supplied in 83,7 % with renewable energy sources.

Keywords: energy, agricultural farms, diversification, innovation

Introducción

Históricamente, la agricultura cubana se ha destacado por depender de las importaciones de insumos externos para la producción agropecuaria y por sobreexplotar los recursos suelos y agua, sin valorar

el uso óptimo de los residuales y el cierre de ciclos para elevar la eficiencia de los procesos. Esto ha causado la degradación del 76 % de los suelos agrícolas (García *et al.*, 2014), altos costos de producción

Recibido: 11 de julio de 2019

Aceptado: 17 de septiembre de 2019

Como citar este artículo: Rodríguez, Leidy Casimiro; Casimiro-González, J. A.; Suárez-Hernández, J.; Martín-Martín, G. J. & Rodríguez-Delgado, I. Índice de aprovechamiento de fuentes renovables de energía, asociadas a tecnologías apropiadas en fincas familiares en Cuba. *Pastos y Forrajes*. 42 (4):xx, 2019.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido en Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/> El uso, distribución o reproducción está permitido citando la fuente original y autores.

y pérdida de la capacidad alimentaria en muchas comunidades, entre otras consecuencias.

Sin embargo, en el modelo agrícola cubano, la agricultura familiar, con prácticas agroecológicas y diversificación en sus sistemas agropecuarios, produce más alimentos por hectárea que cualquier otra explotación comercial de la agricultura industrial. Esta modalidad genera la mayoría de los alimentos que son fundamentales para la población: más del 75 % de lo producido en Cuba (ONEI, 2018). Además, alcanza rendimientos por unidad de superficie superiores a los de los métodos convencionales, con mayor eficiencia energética (Casimiro-Rodríguez, 2016).

Las diferentes prácticas agroecológicas en estos sistemas tienen carácter preventivo y multipropósito. Se realizan con dependencia mínima de agroquímicos, combustibles fósiles y subsidios de energía, lo que conduce a sistemas agrícolas complejos que autogeneran fertilidad y productividad (Nicholls *et al.*, 2016). Por este motivo, la agroecología se perfila como la opción más viable para la producción agropecuaria ante las limitaciones energéticas, climatológicas y financieras actuales (Nicholls *et al.*, 2016; Gliessman, 2018). Este tipo de agricultura alternativa apuesta por las capacidades del pequeño agricultor, el conocimiento campesino y el logro de la soberanía alimentaria, tecnológica y energética de una finca, territorio o nación.

En este contexto, el uso de fuentes renovables de energía (FRE), con tecnologías apropiadas (TA) y contextualizadas en un sistema socioecológico, es un elemento clave para lograr el autoabastecimiento de alimentos con los recursos locales disponibles, a la vez que contribuye a la eficiencia energética y productiva sobre bases sostenibles, a la disminución de los costos y a la mínima dependencia de recursos externos. Estas condiciones contribuyen directamente a elevar la resiliencia socioecológica y a disminuir la vulnerabilidad de una finca ante los efectos del cambio climático u otros eventos que pueden afectar su capacidad de permanencia en el tiempo.

El objetivo de esta investigación fue concebir un índice de medición del potencial de aprovechamiento de las fuentes renovables de energía con tecnologías apropiadas en 25 fincas de Cuba.

Materiales y Métodos

La propuesta de medición del Índice de Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía (IAFRE)

se planteó en un análisis valorativo en un panel de expertos, constituido por 13 especialistas en el tema. Se utilizó para ello la metodología Delphi (Horrrillo *et al.*, 2016) (fig. 1). El primer cuestionario se elaboró por los autores del estudio y se valoró por el panel. Los criterios se procesaron mediante el coeficiente de concordancia de Kendall (Medina *et al.*, 2011). Una vez definido el índice y su forma de cálculo, con el propósito de ganar experiencia se evaluó la propuesta en la Finca del Medio durante tres periodos (1995-2000; 2001-2006 y 2007-2016). Posteriormente, durante el 2016, se implementó en 24 fincas familiares cubanas, distribuidas en seis provincias y 11 municipios.

Mediante el método de Kendall (Medina *et al.*, 2011) se verificó la concordancia entre los juicios expresados por el panel de expertos. Se solicitó que emitieran su criterio con respecto a la idoneidad del uso del índice y los umbrales, considerados en su evaluación como muy favorables y muy poco favorables.

El criterio para la selección de las 24 fincas tuvo en cuenta la participación comunitaria destacada de cada una de ellas en la producción de alimentos y en el desarrollo de prácticas agroecológicas, articuladas a los principales proyectos locales que se implementaron en los últimos años en cada territorio.

Para conocer la estructura y el funcionamiento de las fincas, se describieron los límites y superficie (área) del sistema, los subsistemas, sus interacciones principales, así como las entradas y salidas. Se utilizó para ello la ficha de captura de información, propuesta por Casimiro-Rodríguez (2016).

Las fincas se encuentran en las provincias de Las Tunas, Holguín, Sancti Spíritus, Santa Clara, Matanzas y Mayabeque. Los criterios de selección de la muestra no probabilística (24 fincas) se basaron en la representatividad de varias provincias y municipios, con vinculación a los proyectos BIOMAS-CUBA¹ y PIAL². Se trata de fincas en transición agroecológica, con gran heterogeneidad entre sí, en lo que respecta a los diferentes niveles de diversidad de especies de cultivos, animales y forestales. Cada finca representó un caso especial, por sus propósitos de producción, relaciones de mercado, características de manejo, tipos de suelo y de propiedad, entre otros aspectos.

Resultados y Discusión

Luego de las valoraciones de los expertos, se reforzó la noción de la importancia de la capacidad

¹Proyecto de colaboración internacional, financiado por la Cooperación Suiza para el Desarrollo (COSUDE) e implementado en Cuba por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey.

²Programa de Innovación Agropecuaria Local, Cuba, del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas y financiado por COSUDE.

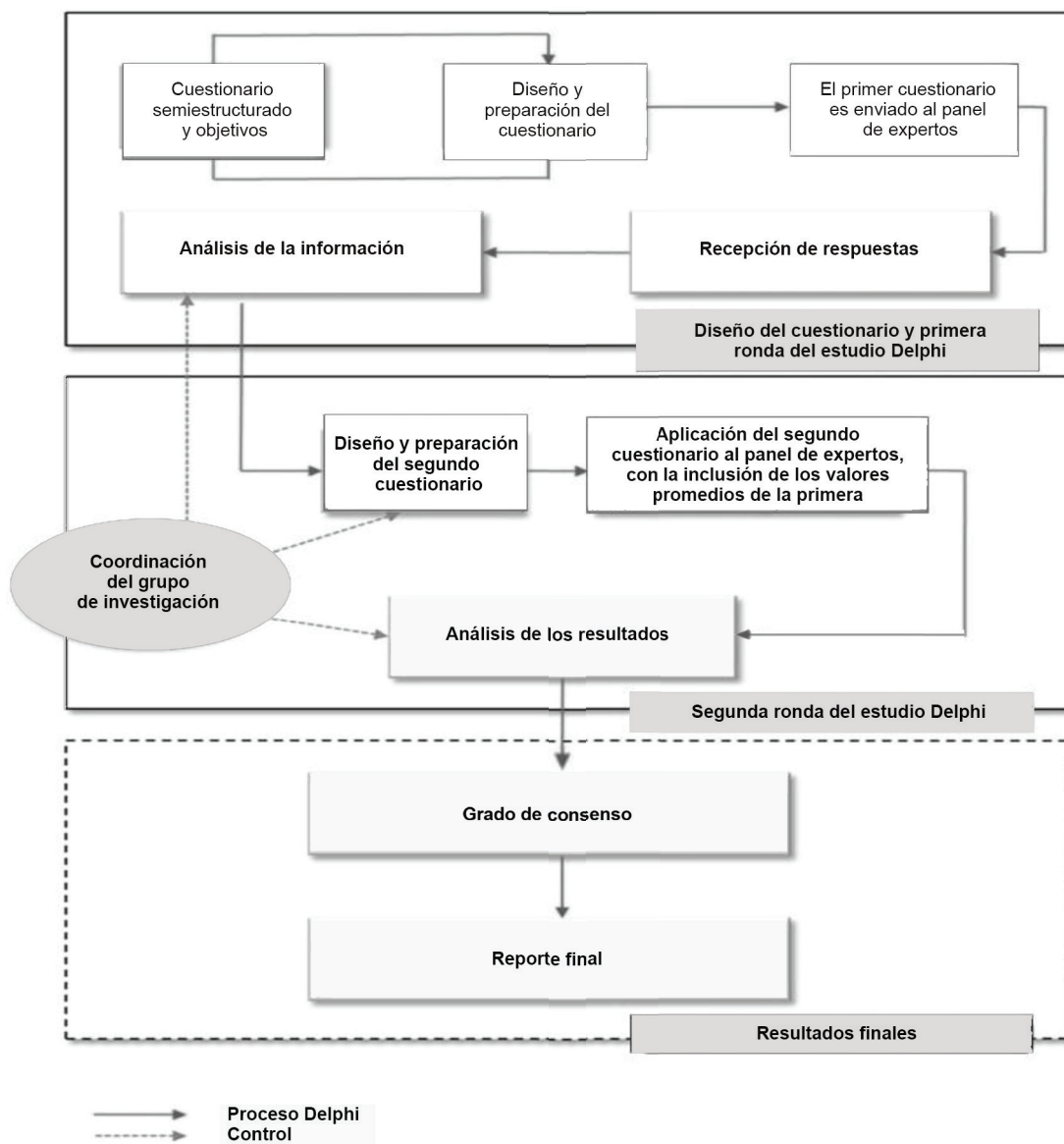


Figura 1. Metodología Delphi.
Fuente: Horrillo *et al.* (2016)

de aprovechamiento de las fuentes renovables de energía (FRE) a partir de tecnologías apropiadas, contextualizadas a un sistema socioecológico.

El índice de concordancia de Kendall fue de 0,59, por lo que hubo criterios coincidentes entre todos los miembros que conformaron el panel. Esto permitió considerar confiable el estudio realizado y validar la propuesta (Medina *et al.*, 2011). En la tabla 1 se muestra la valoración y el cálculo del índice.

El IAFRE es un nuevo indicador, condicionado por el potencial de aprovechamiento de las FRE con tecnologías, *versus* la demanda total de energía

del sistema, expresada en kilowatts-horas. Se define como el porcentaje de energía aprovechada en un año dentro del sistema con las FRE y el uso de tecnologías apropiadas. Su equivalente se mide en megajoules y el costo energético en kWh, que conllevaría a abastecerse igualmente de esta energía a partir de la electricidad. El índice se utiliza como base conceptual, metodológica y práctica para la propuesta de alternativas tecnológicas, válidas para cada contexto, que posibiliten el uso más eficiente de las FRE disponibles en cada sistema.

Tabla 1. Índice de aprovechamiento de las fuentes renovables de energía (IAFRE), asociadas a tecnologías apropiadas

| | | | |
|--------------------------------|---|--|---|
| | | $\text{IAFRE} = \frac{\text{PAFRE}}{\text{DES}} \times 100 (\%)$ | |
| Índices de aprovechamiento FRE | Potencial de aprovechamiento de las FRE, asociado a tecnologías, al considerar el potencial utilizable en la finca (%). | Donde: PAFRE = Potencial aprovechado de las FRE con tecnologías apropiadas. DES: Demanda de energía del sistema. | Escala de valoración* IAFRE > 75 %; 5 75 % ≥ IAFRE > 50 %; 4 50 % ≥ IAFRE > 35 %; 3 35 % ≥ IAFRE > 20 %; 2 20 % ≥ IAFRE = 0; 1 |

*Escala de 1 a 5, donde 5 es el valor más favorable y 1 el menos favorable.

La aplicación del índice permitirá, a corto plazo, determinar la capacidad de aprovechamiento y uso de las FRE con TA, de modo que sea posible la identificación de los puntos críticos del diseño y manejo del sistema, así como el establecimiento de planes estratégicos que mejoren los resultados en el futuro.

A largo plazo, y por medio de aplicaciones periódicas, se muestra el progreso y la dinámica de sistema. Esto contribuirá además, a desarrollar procesos efectivos en la toma de decisiones por parte de los agricultores, quienes pueden adoptar medidas para mejorar la eficiencia energética de las fuentes renovables. También los decisores tendrán la posibilidad de elaborar políticas agrarias que fomenten el uso de tecnologías apropiadas para el máximo aprovechamiento de la energía solar, eólica, hidráulica, fotovoltaica y de biomasa, entre otras.

El proceso de transición agroecológica (1995 a 2015) en la Finca del Medio, donde se aplicó primero el IAFRE, dejó ver tres periodos que se diferenciaron considerablemente, al tener en cuenta la proyección estratégica de la familia campesina y el diseño y manejo del sistema socioecológico. Por tanto, este estudio se centró en los procesos de transformación para cada uno de estos periodos:

- Período I (1995-2000): manejo agropecuario basado en prácticas y paquetes tecnológicos de la agricultura convencional, uso de agroquímicos, desarrollo de monocultivo especializado, procesos de innovación y experimentación campesina en todo el estudio longitudinal.
- Período II (2001-2005): cambio de mentalidad, concepción de la agricultura enfocada en la introducción de prácticas agroecológicas, diversificación de la producción y uso de abonos orgánicos.
- Período III (2006-2016): manejo y diseño agroecológico, uso de tecnologías apropiadas para el máximo aprovechamiento de las FRE y los recursos disponibles en la localidad.

Para los dos primeros periodos, en la evaluación del IAFRE, se obtuvo el valor mínimo (0), ya que no se disponía de TA para el aprovechamiento directo de las FRE. No obstante, en la última etapa, a partir del vínculo con importantes centros de investigación en Cuba, como el Centro Integrado de Tecnologías Apropiadas (CITA) de Camagüey y la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, además de los proyectos de desarrollo local, se implementaron y validaron en la finca nuevas tecnologías que favorecieron el uso de las FRE (arietes hidráulicos, aerobombas y biodigestores).

El IAFRE, en los dos primeros periodos, mostró los valores mínimos. Sin embargo, obtuvo en el tercer periodo 83,7 %, valor que proviene del uso de fuentes de energía renovables apropiadas. La tabla 2 muestra el porcentaje de energía generada y aprovechada en la finca durante un año. Esta cifra deja ver además, las mediciones equivalentes en MJ y el costo energético (kWh) de abastecer a la finca de energía eléctrica que proviene de la red nacional.

Este análisis mostró el efecto del aprovechamiento de las FRE en el ahorro del consumo energético y en minimizar los costos monetarios. Se demostró además, el aporte que pueden tener las tecnologías apropiadas en el desarrollo de la agroecología con el uso de los recursos localmente disponibles.

Durante el proceso de experimentación, innovación y adopción de estas tecnologías, la familia constató en el entorno local la ausencia de especialistas en servicios de reparación tecnológica integral. Esto influyó en que sus integrantes se especializaran en cada una de las tecnologías, y que se obtuvieran como resultado 22 innovaciones en el sistema de los arietes hidráulicos, además de contribuir con el CITA a la fabricación de equipos eficientes. En este periodo, se desarrollaron también investigaciones relacionadas con el desarrollo de esta tecnología en la región. Al mismo tiempo,

Tabla 2. Energía generada y aprovechada en la finca en un año, con FRE y el uso de TA.

| Tecnología apropiada | Usos | Descripción | Gastos kWh /año | Equivalente en MJ |
|-----------------------------|--|---|--------------------------|-------------------|
| Fogón eficiente de leña | Cocción de alimento familiar y animal, deshidratado de frutas, condimentos, horneado, calentamiento de agua. | A razón de 50 kWh diarios | 18 250,0 | 65 700,0 |
| Biodigestor | Producción de bioabonos y biogás para la cocción, secado, deshidratación, horneado y refrigeración de alimentos, generación de electricidad y calentamiento de agua. | Consumo de 6 m ³ de biogás diario (1 m ³ equivale, aproximadamente, a 6 kWh) (Cepero <i>et al.</i> , 2012) | 13 140,0 | 47 304,0 |
| Ariete hidráulico | Abastecimiento de agua | A razón de 12 kWh diarios por siete meses del año, durante las 24 horas del día (junio a diciembre). | 2 568,0 | 9 244,8 |
| Aerobomba | Abastecimiento de agua | A razón de 1 kWh diario por cinco meses del año, cuatro horas promedio/día (enero a mayo). | 151,0 | 543,6 |
| PAFRE | Abastecimiento de agua, energía para la cocción, deshidratación y horneado de alimentos, refrigeración y alumbrado, entre otros. | Potencial aprovechado de las FRE con tecnologías apropiadas | 34 109,0 (93,5 kWh /día) | 122 792,4 |
| Consumo de energía externa | Electrificación de la vivienda | Se refiere a la energía importada en esta fase, equivalente al consumo para la electrificación de la vivienda. | 6 660,0 (18,3 kWh /día) | 23 976,0 |
| DES | PAFRE+ Consumo de energía externa al sistema | Demanda total de energía en el sistema, al considerar el consumo (<i>kilowatts</i>) que representa abastecer la finca a partir de las FRE y las TA (PAFRE) y el consumo externo al sistema. | 40 769,00 | 146 768,40 |
| IAFRE, % | | IAFRE=(PAFRE/DES)x100 | 83,7 | 83,7 |
| Equivalente en USD de PAFRE | | El costo de 1 kWh entregado en Cuba es de 0,211 USD (Cepero <i>et al.</i> , 2012). | 7 197,0 | |

IAFRE: Índice de aprovechamiento del potencial de fuentes renovables de energía, FRE: Fuentes renovables de energía, PAFRE: Potencial aprovechado de las FRE con tecnologías, DES: Demanda de energía del sistema, TA: Tecnología apropiadas

con las aerobombas se obtuvo un sistema de captación de agua que mejoró la eficacia del sistema de arietes. Adicionalmente, se implementaron nuevos métodos para el montaje y desmontaje de aerobombas con herramientas novedosas, que hacen estas operaciones más rápidas y eficientes, y facilitan su mantenimiento en caso de tormentas, ciclones o fuertes vientos. No se excluyen aquí los diseños mejorados para la construcción de biodigestores y el manejo de los efluentes líquidos y sólidos.

Las innovaciones demostraron la importante función que desempeñan los procesos de contextualización, adopción y perfeccionamiento de los resultados científicos. Asimismo, pusieron de manifiesto la importancia de los vínculos entre el sector académico y este tipo de agricultura. Se evidenció además, la relevancia de la innovación campesina en su contribución al desarrollo rural local, lo que coincide con lo señalado por Vázquez y Martínez (2015).

En el período lluvioso (mayo-octubre), la Finca del Medio se abastece, como promedio, con 20 000 L diarios de agua que se almacenan en depósitos ubicados en la parte alta de la finca mediante la utilización de aríetes hidráulicos, situados en el embalse, y un sistema de conducción soterrado, que posibilita llevar el agua a 400 metros de distancia y 18 metros de altura. Esto permite, posteriormente, con el aprovechamiento de la fuerza de gravedad, aplicar distintas técnicas de riego a los cultivos, abastecer los animales y garantizar el uso doméstico, cuidando de no arrastrar partículas del suelo. Es importante resaltar que, si el aforo se realiza en distancias menores, la disponibilidad de agua se multiplica.

En el período menos lluvioso (noviembre-abril), el ciclo del agua se complementa en la finca con las dos aerobombas instaladas en pozos artesanos, que abastecen al sistema con 4 000 L diarios, como promedio. La implementación de esta infraestructura ha permitido generar un ciclo cerrado del agua con diseños realizados desde el mismo sistema. En el futuro se prevé el uso de otras tecnologías, como los sistemas de riego accionados por celdas fotovoltaicas y los aerogeneradores.

Una disponibilidad constante de agua, aunque limitada, favorece el ahorro y el aprovechamiento óptimo del recurso hídrico, por lo que la cultura de utilizarlo en el momento preciso y en la cantidad requerida forma parte del diseño y manejo socioecológico. Además, a partir de un sistema de captación, implementado en el techo de las viviendas, se aprovecha el agua de lluvia. Este régimen forma parte de los procesos de innovación generados por la familia en su interactuar con el agroecosistema.

El fogón eficiente es una nueva tecnología diseñada en la finca (construido y reconstruido 13 veces, para llevarlo al nivel máximo de eficiencia). Tiene la capacidad de realizar varias funciones con poca energía: cocción de alimentos, deshidratación de frutas y especias, calentamiento del agua y tratamiento para la conservación de carne, entre otras.

Dos biodigestores en serie propician la energía suficiente para la refrigeración, horneado, cocción y deshidratación de alimentos, con consumo promedio de 6 m³/día de biogás. Estos biodigestores producen biofertilizantes a partir de sus efluentes (650 kg/día), que se utilizan en el fertirriego de los

cultivos por gravedad. Esta producción de bioabonos se complementa con 10 t de humus de lombriz/año y 20 t de lodo/año, ricos en nutrientes que se extraen del fondo del embalse en el período menos lluvioso.

Los bioabonos se utilizan para la nutrición de diferentes cultivos mediante la fertilización de las áreas agrícolas de la finca, lo que posibilita restaurar la fertilidad natural del suelo. En esta finca, la familia campesina aplica el principio de que por cada kilogramo que se obtiene de alimento, se deben aportar al suelo 5 kg de abono orgánico.

En la evaluación realizada a 24 fincas de otros municipios y provincias, se constató gran heterogeneidad, aunque se destacaron algunos rasgos comunes:

- La familia campesina vive en el sistema productivo y constituye, fundamentalmente, la mano de obra.
- La familia campesina se autoabastece de alimentos en más del 75 %, como promedio.
- La familia campesina está incorporada a diferentes organizaciones de masa y a las Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS)³.
- La ganadería y la agricultura se encuentran asociadas (en mayor o menor grado).
- Es escasa la presencia de TA para el aprovechamiento de las FRE.
- El acceso a los insumos agropecuarios es pobre, debido a su costo y a la poca oferta. En el entorno local hay ausencia de especialistas en servicios de instalación o reparación tecnológica.

La tabla 3 muestra la caracterización del resto de las fincas, en cuanto al área, objeto social y evolución de la transición agroecológica, además del IAFRE.

El aprovechamiento de las FRE fue más eficiente en las fincas que disponen de biodigestores y aerobombas, lo que permite utilizar el biogás para la cocción y refrigeración de alimentos y aprovechar los beneficios de la energía eólica para el abastecimiento de agua a la familia y a los animales. El valor más significativo en el aprovechamiento de las FRE lo obtuvo la finca Los Pinos. En las fincas con valor cero, se evidenció el peor comportamiento para este indicador, lo que se debe a que no se aprovechan las FRE con TA.

Por lo general, en todas las fincas se desaprovecha el potencial de las FRE, a lo que contribuye la

³Las CCS constituyen una forma cooperativa de gestión agropecuaria, conformada por los predios de pequeños agricultores que se asocian de forma voluntaria y tienen la propiedad o el usufructo de sus respectivas tierras y demás medios de producción, así como la producción que obtienen. Es una forma de cooperación agraria mediante la que se tramita y viabiliza la asistencia técnica, financiera y material que el Estado brinda para la producción de los agricultores pequeños y la comercialización de sus productos. Tiene personalidad jurídica propia.

Tabla 3. Comportamiento del IAFRE en las 24 fincas familiares evaluadas (año 2016).

| Provincia | Municipio | Nombre de la finca | Área, ha | Objeto social | Tecnologías apropiadas vs FRE | Evolución de la TA* | IAFRE |
|---|-----------------|----------------------|----------|-----------------|-------------------------------|---------------------|-------|
| Mayabeque | San José | El Mulato | 14,5 | Cultivos varios | - | 3 | 0 |
| | Jovellanos | La Coincidencia | 23,0 | Cultivos varios | B, AB | 3 | 15 |
| | Perico | La Palma | 13,4 | Vacuno | - | 3 | 0 |
| | Perico | Mercedita | 5,1 | Frutales | - | 3 | 0 |
| Matanzas | Calimete | La Arboleda | 7,0 | Cultivos varios | AB | 3 | 5 |
| | Calimete | Godínez | 3,5 | Porcino | B | 2 | 15 |
| | Colón | Huerto Escolar | 13,4 | Vacuno | - | 2 | 0 |
| | Colón | La Quinta | 33,0 | Vacuno | B | 3 | 15 |
| Santa Clara, macizo montañoso Guamuhaya | Colón | La Cantera | 3,0 | Cultivos varios | - | 4 | 0 |
| | Manicaragua | El Piñal | 0,6 | Café | - | 3 | 0 |
| | Manicaragua | Salvaremos el futuro | 17,0 | Café | - | 5 | 0 |
| | Manicaragua | El Girasol | 2,5 | Café | - | 4 | 0 |
| Sancti Spiritus | Cabaiguán | Flor del Cayo | 9,6 | Tabaco | B | 3 | 15 |
| | Cabaiguán | Las Dos Rosas | 12,4 | Tabaco | B | 3 | 15 |
| | Sancti Spiritus | San José | 9,2 | Tabaco | B | 4 | 15 |
| Sancti Spiritus macizo montañoso Guamuhaya | Trinidad | La Cuba | 6,4 | Café | - | 3 | 0 |
| | Trinidad | La Providencia | 26,0 | Café | - | 3 | 0 |
| | Trinidad | El Manantial | 2,0 | Café | - | 4 | 0 |
| | Trinidad | Mangos Pelones | 8,3 | Café | - | 3 | 0 |
| | Trinidad | El Jengibre | 3,0 | Café | - | 3 | 0 |
| Holguín | Trinidad | Orlando García | 4,0 | Café | - | 3 | 0 |
| | Gibara | Santa Ana | 5,0 | Cultivos varios | B | 5 | 15 |
| Las Tunas | Manatí | Los Pinos | 19,1 | Cultivos varios | B, AB | 3 | 20 |
| | Las Tunas | Recompensa | 9,0 | Porcino | B | 2 | 15 |

IAFRE: Índice de aprovechamiento del potencial de fuentes renovables de energía, FRE: Fuentes renovables de energía, TA: Tecnología apropiadas, B: Biodigestores; AB: Molinos a viento.

*Evolución de la TA: 1-Totalmente agricultura convencional; 2-Desarrollo de algunas prácticas agroecológicas; 3-Desarrollo de prácticas agroecológicas, combinadas con el uso de agroquímicos y concentrados externos; 4-Predominan el diseño y manejo agroecológico, aunque utilizan algunos agroquímicos y concentrados externos; 5-Total manejo y diseño agroecológico.

inexistencia en el mercado nacional de las tecnologías apropiadas y recursos para su instalación, puesta en marcha y mantenimiento. A ello se adiciona el alto costo de adquisición de tecnologías que se comercializan en Cuba, lo que imposibilita el acceso por parte de las familias campesinas.

En estudios realizados por Casimiro-Rodríguez (2016), se determinó que las fincas familiares en transición agroecológica tienen favorables índices de innovación, capacidad de cambio tecnológico y articulación local. Esto se evidenció en los recorridos de campo y entrevistas a las familias campesinas que

han creado tecnologías propias o innovaciones a tecnologías a partir de recursos localmente disponibles. Sus resultados se han expuesto en foros regionales de ciencia y técnica, en intercambios de experiencias con la metodología Campesino a Campesino, liderados por la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP). Estas fincas tienen, además, vínculos con proyectos de desarrollo local y son reconocidas como faros agroecológicos. Constituyen espacios para la realización de prácticas y estudios con diferentes universidades. Estos elementos son fundamentales para asimilar, por parte de las familias, nuevos diseños

y tecnologías que contribuyan al aprovechamiento de las FRE.

Todo lo anterior favorece el empoderamiento de las familias y el enfoque de género (Ravera *et al.*, 2016). A esto contribuyen proyectos como BIOMAS-CUBA y PIAL, que refuerzan la vinculación efectiva con centros de investigación, universidades y espacios de concertación mediante las plataformas municipales. Esta vinculación posibilita la creación de capacidades y la adopción de nuevas tecnologías, entre otros procesos que facilitan la reconversión agroecológica (Vázquez y Martínez, 2015), debido fundamentalmente a la interacción constante en cursos de capacitación e intercambio, así como al acceso a nuevas tecnologías a partir del apoyo de organismos nacionales e internacionales. Se incluyen además, la evaluación de la eficiencia, la sistematización de las buenas prácticas, el diseño y rediseño de estrategias en las fincas para aumentar su resiliencia.

En las 24 fincas se debe incrementar el aprovechamiento de las FRE con tecnologías apropiadas para el uso de las energías solar, hidráulica, eólica y la utilización de la biomasa, y disminuir así la entrada de insumos externos, fundamentalmente energía convencional para el riego de los cultivos. Lo anterior contribuiría además, a elevar la eficiencia del trabajo familiar y a agregar valor a sus producciones, de modo que se pueda incrementar la diversidad de productos, se amplíen los procesos de producción en la finca y, por tanto, se obtengan mayores ganancias económicas.

Es necesario establecer una estrategia de rediseño en la que participen las familias campesinas y los diferentes actores y decisores (locales y nacionales) en torno al desarrollo de una agricultura energéticamente eficiente, con el uso de las FRE. Esta estrategia contribuirá a la sustitución de importaciones, a la resiliencia de los sistemas y a elevar la eficiencia económica y productiva, al depender de energía que está siempre disponible. Asimismo, establecerá el cierre de ciclos e interrelaciones funcionales con cada componente del agroecosistema. Argumentos como estos coinciden con los criterios de Darnhofer (2014), Cruz y Cabrera (2015) y Darnhofer *et al.* (2016).

Las fincas que tienen biodigestor deben realizar un uso eficiente del total de biogás producido y de los efluentes líquidos y sólidos para la fertilización de los diferentes cultivos. En las fincas que no se usa en su totalidad, el proyecto BIOMAS-CUBA (Fase III) elabora estrategias para el desarrollo de redes de distribución de biogás que beneficiarían a

viviendas cercanas a las fincas. Asimismo, diseña modelos de producción de abonos orgánicos, destinados al autoconsumo y comercialización de los excedentes.

Los diversos actores de las instituciones cubanas involucradas en esta estrategia deben prestar especial atención al fomento de las tecnologías que inciden en la eficiencia de las fincas agropecuarias en todas sus aristas (energética, económica, ambiental, sociopolítica, cultural). Desde esta perspectiva, el país dejaría de otorgar subsidios para la electrificación de viviendas y el uso de combustibles fósiles en la producción agropecuaria, entre otras ventajas. Estos recursos pudieran ser utilizados para la contextualización de varias tecnologías en las fincas, como pueden ser los paneles fotovoltaicos para la generación de electricidad y el riego, las aerobombas para el uso de la energía eólica en el suministro de agua y la construcción de biodigestores, entre otras. Dichas tecnologías aportarían a la independencia total del consumo energético convencional en las viviendas de los campesinos e incrementarían el ahorro de electricidad en Cuba.

Estos elementos permitirán a las familias campesinas manejar de forma holística, con opciones tecnológicas válidas para cada contexto, los recursos que poseen en su entorno, incorporando acciones colectivas y participativas. Sin embargo, para la garantía de estos resultados, se requiere perfeccionar las políticas públicas que favorezcan su desarrollo escalonado, en concordancia con lo expresado por González-de-Molina (2013).

Conclusiones

El análisis del Índice de Aprovechamiento de Fuentes Renovables de Energía en la Finca del Medio demostró que, a partir del uso de tecnologías apropiadas, la demanda energética se abastece en 83,66 % con FRE.

El IAFRE es una herramienta utilizada para evaluar en una finca familiar el potencial de aprovechamiento de las FRE con tecnologías *versus* la demanda total de energía del sistema, expresada en kilowatts-horas.

Agradecimientos

Se agradece al proyecto de cooperación internacional BIOMAS-CUBA, de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, que ha beneficiado a gran parte de las fincas estudiadas, al proveerlas de biodigestores y aerobombas, tecnologías que han incrementado el uso y la eficiencia de las fuentes de energía y la calidad de vida de las familias campesinas.

Contribuciones de autores

- Leidy Casimiro Rodríguez, José Antonio Casimiro González, Jesús Suárez Hernández, Giraldo Jesús Martín Martín e Irán Rodríguez Delgado. Contribución a la concepción y diseño
- Leidy Casimiro Rodríguez. Contribuyó a la adquisición de datos
- Leidy Casimiro Rodríguez, José Antonio Casimiro González, Jesús Suárez Hernández, Giraldo Jesús Martín Martín e Irán Rodríguez Delgado. Contribuyó al análisis e interpretación de datos
- Leidy Casimiro Rodríguez, José Antonio Casimiro González, Jesús Suárez Hernández, Giraldo Jesús Martín Martín e Irán Rodríguez Delgado. Redactó y / o revisó el artículo

Declaración de Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

Casimiro-Rodríguez, Leidy. *Bases metodológicas para la resiliencia socioecológica de fincas familiares en Cuba*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Agroecología. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia, 2016.

Cepero, L.; Savran, Valia; Blanco, D.; Díaz, M. R.; Suárez, J. & Palacios, A. Producción de biogás y bioabonos a partir de efluentes de biodigestores. *Pastos y Forrajes*. 35 (2):219-226, 2012.

Cruz, María C. & Cabrera, Carmen. *Permacultura. Familia y sustentabilidad*. La Habana: Fundación Antonio Núñez Jiménez, 2015.

Darnhofer, Ika. Resilience and why it matters for farm management. *Eur. Rev. Agric. Econ.* 41 (3):461-484, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1093/erae/jbu012>.

Darnhofer, Ika; Lamine, Claire; Strauss, Agnes & Navarrete, Mireille. The resilience of family farms: Towards a relational approach. *J. Rural Stud.* 44:111-122, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.01.013>.

García, A.; Nova, A. & Cruz, B. A. *Economía cubana: transformaciones y desafíos*. La Habana: Editorial de Ciencias Sociales, 2014.

Gliessman, S. Transforming our food systems. *Agroecol. Sustain. Food Syst.* 42 (5):475-476, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1412568>.

González-de-Molina, M. Agroecology and politics. How to get sustainability? About the necessity for a political agroecology. *Agroecol. Sustain. Food Syst.* 37 (1):45-59, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/10440046.2012.705810>.

Horrillo, A.; Escribano, M.; Mesias, F. J.; Elghannam, A. & Gaspar, P. Is there a future for organic production in high ecological value ecosystems? *Agric. Syst.* 143:114-125, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.12.015>.

Medina, A.; Piloto, N.; Nogueira, Danelys; Hernández, A.; Moya, A.; Alonso, R. *et al.* Estudio de la construcción de índices integrales para el apoyo al control de gestión empresarial. *Enfoque UTE*. 2 (1):1-38, 2011.

Nicholls, Clara I.; Altieri, M. A. & Vazquez, L. L. Agroecology: principles for the conversion and redesign of farming systems. *J. Ecosys. Ecograph.* S5:010, 2016. DOI: <http://doi.org/10.4172/2157-7625.S5-01>.

ONEI. *Anuario estadístico de Cuba 2017*. La Habana: Oficina Nacional de Estadística e Información. <http://www.onei.cu/aec2017/09%20Agricultura%20Ganaderia%20Silvicultura%20Pesca.pdf>, 2018.

Ravera, Federica; Iniesta-Arandia, Irene; Martín-López, Berta; Pascual, U. & Bose, Purabi. Gender perspectives in resilience, vulnerability and adaptation to global environmental change. *Ambio*. 45 (supl. 3):235-247, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13280-016-0842-1>.

Vázquez, L. L. & Martínez, Hortensia. Propuesta metodológica para la evaluación del proceso de reconversión agroecológica. *Agroecología*. 10 (1):33-47, 2015.

Indicadores productivos en *Cavia porcellus*, alimentados con cinco especies forrajeras en la región del Austro ecuatoriano[▲]

Productive indicators in *Cavia porcellus*, fed five forage species in the Austro region of Ecuador[▲]

Wilson Geovanny Macancela-Urdiales¹, <https://orcid.org/0000-0002-5501-1087>; Mildrey Soca-Pérez², <https://orcid.org/0000-0002-8962-9993>, y Tania Sánchez-Santana², <https://orcid.org/0000-0002-2634-830X>

¹ Propietario de la finca Gupancay, Parroquia de San Juan del Cid, cantón Gualaceo, Provincia del Azuay, Ecuador. ² Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Universidad de Matanzas, Ministerio de Educación Superior, Central España Republicana, C.P. 44280, Matanzas, Cuba. Correspondencia: whatmons@yahoo.es

Resumen

Objetivo: Evaluar el comportamiento de los indicadores productivos en *Cavia porcellus* (Cuy), alimentados con cinco especies forrajeras, durante la etapa crecimiento-ceba.

Materiales y Métodos: Se desarrolló una investigación en la finca Gupancay, situada en el cantón Gualaceo, provincia del Azuay, Ecuador. Se aplicó un diseño experimental totalmente aleatorizado con cinco tratamientos, que se correspondieron con las especies evaluadas: T1-*Medicago sativa* L., T2-*Alnus acuminata* Kunth, T3-*Cenchrus purpureus* (Schumach.) vc. Morado, T4-*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray y T5-*Saccharum officinarum* L. + balanceado. La duración del período experimental fue de cuatro meses. Las dietas se formularon con las especies forrajeras y el alimento concentrado, en relación 70-30 % para todos los tratamientos. Se utilizaron 15 cuyes machos, al destete, similares en edad y peso, de la raza mestiza. Los indicadores evaluados fueron: peso vivo, ganancia de peso, conversión alimentaria y rendimiento de la canal.

Resultados: La mejor composición bromatológica fue para *M. sativa* y *T. diversifolia*, con valores de proteína bruta de 20 y 21 %, respectivamente. *A. acuminata* mostró los menores valores de proteína (5 %), pero los más altos de fibra bruta (35,2 %) y materia orgánica (94,8 %). Sin embargo, la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica fue baja con respecto a las demás forrajeras (59,3 %). Los mejores resultados productivos fueron para los tratamientos que utilizaron *M. sativa* y *T. diversifolia*. Los valores más bajos se registraron en *S. officinarum* y *A. acuminata*, con diferencias significativas ($p < 0,001$).

Conclusiones: El mejor comportamiento para las variables ganancia de peso, conversión alimentaria y rendimiento de la canal se obtuvieron en los tratamientos que incluyeron *M. sativa* y *T. diversifolia* en la dieta de los cuyes. Estas especies forrajeras tuvieron un porcentaje de proteína bruta por encima del 20 %.

Palabras clave: *Tithonia diversifolia*, cuyes, *Medicago sativa*

Abstract

Objective: To evaluate the performance of productive indicators in *Cavia porcellus* (Guinea pig), fed five forage species, during the growth-fattening stage.

Materials and Methods: A study was conducted in the Gupancay farm, located in the Gualaceo canton, Azuay province, Ecuador. A complete randomized experimental design was applied with five treatments, which corresponded to the evaluated species: T1= *Medicago sativa* L., T2= *Alnus acuminata* Kunth, T3= *Cenchrus purpureus* (Schumach.) cv. Morado, T4= *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray and T5= *Saccharum officinarum* L. + balanced feed. The duration of the experimental period was four months. The diets were formulated with the forage species and the concentrate feed, in 70-30 % ratio for all the treatments. Fifteen male crossbred newly-weaned Guinea pigs, similar in age and weight, were used. The evaluated indicators were: live weight, weight gain, feed conversion and carcass yield.

Results: The best bromatological composition was for *M. sativa* and *T. diversifolia*, with crude protein values of 20 and 21 %, respectively. *A. acuminata* showed the lowest protein values (5 %), but the highest crude fiber (35,2 %) and organic matter ones (94,8 %). However, the *in vitro* organic matter digestibility was low with regards to the other forage plants (59,3 %). The best productive results were for the treatments that used *M. sativa* and *T. diversifolia*. The lowest values were recorded in *S. officinarum* and *A. acuminata*, with significant differences ($p < 0,001$).

Conclusions: The best performance for the variables weight gain, feed conversion and carcass yield were obtained in the treatments that included *M. sativa* and *T. diversifolia* in the diet of Guinea pigs. These forage species had a crude protein percentage higher than 20 %.

Keywords: *Tithonia diversifolia*, Guinea pigs, *Medicago sativa*

[▲] Trabajo presentado en la V Convención Internacional Agrodesarrollo 2019 celebrada del 22 al 26 de octubre del 2019. Centro de Convenciones Plaza América. Varadero, Cuba.

[▲] Paper presented in the 5th International Convention Agrodesarrollo 2019 celebrated on October 22-26, 2019. Plaza America Convention Center. Varadero, Cuba.

Recibido: 11 de julio de 2019

Aceptado: 20 de septiembre de 2019

Como citar este artículo: Macancela-Urdiales, W. G.; Soca-Pérez, Mildrey & Sánchez-Santana, Tania. Indicadores productivos en *Cavia porcellus*, alimentados con cinco especies forrajeras en la región del Austro ecuatoriano. *Pastos y Forrajes*. 42 (4):xx-xx, 2019.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido en Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/> El uso, distribución o reproducción está permitido citando la fuente original y autores.

Introducción

La producción de cuyes en Ecuador es, generalmente, una actividad rural, en la que predomina el sistema de crianza tradicional-familiar. El cuy constituye uno de los platos más tradicionales de los Andes ecuatorianos y su elaboración representa una fuente de trabajo para cientos de campesinos. De ahí que sea considerado por la ONU y la FAO como una fuente de seguridad alimentaria para la población mundial con escasos recursos económicos (Rosales-Jaramill *et al.*, 2018).

Los cuyes son animales monogástricos, herbívoros. Su fisiología digestiva se caracteriza por una fermentación post gástrica cecal (Canto *et al.*, 2018). Diversos han sido los trabajos de investigación que se han desarrollado acerca de la alimentación del cuy (Choez y Ravillet, 2018), con el propósito de evaluar su efecto en los parámetros productivos (tasa de preñez y de partos, tamaño de la camada, morbilidad de madres y gazapos, peso posparto de las madres, tasa de crecimiento para engorde, peso al sacrificio y calidad de la canal, entre otros).

La alfalfa fresca (*Medicago sativa* L.), la cebada (*Hordeum vulgare* L.), la avena (*Avena sativa* L.) y el trigo (*Triticum vulgare* L.) constituyen la base principal de la alimentación de este mamífero, ya que aportan importantes cantidades de energía y proteína a la dieta (Alvarado-Zuta, 2017). Diversos trabajos de investigación se han propuesto obtener alimentos adecuados a los requerimientos nutritivos de estos animales para lograr óptimos niveles de producción. El uso de gramíneas y forrajeras arbustivas tropicales (Meza-Bone *et al.*, 2014), el forraje seco de mucuna [*Stizolobium deeringianum* L. Medik.] (Valenzuela-Rocha, 2015), las raíces y el follaje de la yuca [*Manihot esculenta* Crantz] (Paillacho-Sánchez, 2017), así como la inclusión de frijol de castilla (*Vigna unguiculata* L. Walp) como ingrediente en raciones para crecimiento-engorde (Choez y Ravillet, 2018), figuran entre las fuentes alimentarias que pueden cubrir las necesidades nutricionales de esta especie. Se incluyen también el

uso de diferentes proporciones de harina de sangre de bovino (Bazán-García *et al.*, 2016) y los rastrojos de plantas o cultivos como la maca [*Lepidium peruvianum* Chacón] (Castro-Bedriñana *et al.*, 2018), entre otros alimentos.

Las necesidades de alimentación y nutrición de los cuyes varían de acuerdo con las etapas de su ciclo de vida (lactancia, crecimiento y reproducción). Sin embargo, en todas se requiere proteína, energía, fibra, vitaminas, minerales y agua. De ahí que la producción y rentabilidad de la crianza de cuyes dependerá de las fuentes de alimentación (Castro-Bedriñana *et al.*, 2018).

A partir de lo anterior, esta investigación tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de los indicadores productivos en *Cavia porcellus* (Cuy), alimentados con cinco especies forrajeras, durante la etapa crecimiento-ceba.

Materiales y Métodos

Características del área de investigación. El estudio se realizó en la finca Gupancay, propiedad de la familia Macancela-Urdiales, situada en la vía antigua a San Juan del Cid, km 6^{1/2} en la parroquia San Juan, cantón Gualaceo, provincia del Azuay, Ecuador. La finca posee un área total de 9 ha y está ubicada en una zona de topografía montañosa, a una altitud de 2 400 msnm, en un suelo Vertisol. La precipitación media anual es de 1 100 mm, distribuida durante todo el año. La temperatura media es de 17 °C (tabla 1).

Diseño experimental y tratamientos. Se utilizó un diseño experimental totalmente aleatorizado con cinco tratamientos y 15 animales por tratamiento, cada uno se consideró una repetición. La duración del período experimental fue de cuatro meses (16 semanas) y se correspondió con la etapa crecimiento-ceba.

- T1-*Medicago sativa* L. + balanceado
- T2-*Alnus acuminata* Kunth + balanceado
- T3-*Cenchrus purpureus* (Schumach.) vc. Morado + balanceado
- T4-*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray + balanceado
- T5-*Saccharum officinarum* L. + balanceado

Tabla 1. Datos climáticos de la etapa experimental.

| Variable | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | Enero | Febrero |
|--|------------|---------|-----------|-----------|-------|---------|
| Temperatura media, °C | 16,6 | 17,3 | 17,6 | 17,6 | 17,5 | 17,6 |
| Temperatura media de los últimos diez años, °C | 16,6 | 17,3 | 17,6 | 17,6 | 17,5 | 17,6 |
| Precipitación media, mm | 60 | 75 | 75 | 70 | 65 | 80 |
| Precipitación media de los últimos diez años, mm | 60 | 77 | 77 | 74 | 63 | 81 |

Fuente: Gobierno Provincial del Azuay (2015)

Características y manejo de las especies forrajeras. Cada especie se manejó según las características del cultivo:

- *M. sativa* (alfalfa). Leguminosa, frecuencia de corte del forraje entre 50 y 60 días.
- *A. acuminata* (aliso). Betulácea, planta arbórea, con tres años como promedio de haber sido plantados.
- *C. purpureus* cv. Morado (king grass morado). Gramínea, frecuencia de corte del forraje entre 50 y 60 días.
- *T. diversifolia* (botón de oro). Asterácea, frecuencia de corte del forraje entre 50 y 60 días.
- *S. officinarum* (caña de azúcar). Gramínea, plantación con dos años de establecida, sin corte de homogenización.

Los forrajes se cortaron en el horario de la mañana y se trocearon con una máquina picadora F-150 (4 mm tamaño del corte) para homogenizar los alimentos.

Manejo y alimentación de los animales. Se utilizaron cuyes machos, al destete, similares en edad (15±3 días) y peso (381 g), de la raza mestiza. Se identificaron con aretes de aluminio y se distribuyeron al azar para conformar grupos homogéneos. Recibieron una dieta conformada por forrajes (según el tratamiento) y el concentrado. El balanceado se ofertó en el horario de la mañana, mientras que las especies forrajeras se troceaban y se distribuían en tres momentos del día (mañana, tarde, noche). Los animales se sometieron a un período de adaptación de 15 días, previos al período experimental.

Mediciones. De cada especie forrajera, se tomaron tres muestras de 500 g durante el período experimental. Se trasladaron al laboratorio de ciencias químicas de la Universidad de Cuenca para determinar su composición bromatológica, según la técnica de la AOAC (2016): materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), ceniza (CEN), calcio (Ca), magnesio (Mg) y fósforo (P). Para la determinación de la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DMO), se utilizó la técnica de KOH.

Consumo de alimento. Se determinó mediante una prueba de oferta-consumo-rechazo (determinado

por la diferencia del alimento suministrado en el día y el desperdicio registrado al día siguiente) con una frecuencia semanal.

Peso vivo y ganancia de peso. Los animales se pesaron con frecuencia mensual. Se utilizó una balanza digital marca Century®, con capacidad máxima de 10 kg y precisión de ± 0,5 g. Se cuantificó la ganancia de peso acumulada para el período. La ganancia media diaria (GMD) se expresó en gramos/animal/día, a partir de las diferencias de peso vivo, inicial y final.

Conversión alimentaria (CA). Se calculó estableciendo la relación entre el consumo de alimento y la ganancia de peso, según la fórmula:

$$CA = \frac{\text{alimento consumido, kg/animal/período}}{\text{ganancia de peso vivo, kg}}$$

Rendimiento de la canal (RC). Se determinó al considerar el peso de la canal caliente con respecto al peso vivo del animal al momento del sacrificio. Se incluyó cabeza, patas, vísceras (corazón, hígado y riñón). Se utilizó la fórmula:

$$RC = \frac{\text{peso canal} \times 100}{\text{peso al sacrificio}}$$

Análisis estadístico. Los resultados se registraron en una base de datos Excel. Se utilizó análisis de varianza simple, con previa comprobación de los supuestos de homogeneidad de varianza (*Test de Levene*) y distribución normal (*Shapiro-Wilk*). Para la comparación de las medias, se empleó la dócima de Tukey para un nivel de significación de $p < 0,05$ mediante el paquete estadístico IBM SSPS®, versión 10.0.1 para Windows.

Resultados y Discusión

La tabla 2 muestra la composición bromatológica de las especies forrajeras evaluadas. Los valores de MS, PB y FB se corresponden con los indicadores bromatológicos descritos para *M. sativa* (Aguilar-Quintana, 2017), *Saccharum spp.* (Salazar-Ortiz et al., 2017), *T. diversifolia* (Rivera et al., 2018) y *C. purpureum* (Vivas-Quila et al., 2019).

Tabla 2. Composición bromatológica de las especies forrajeras, %.

| Tratamiento | MS | PB | FB | MO | CEN | Ca | Mg | P | DMO |
|------------------------|----|----|------|------|------|-----|-----|-----|------|
| <i>M. sativa</i> | 23 | 20 | 24,4 | 88,0 | 12,0 | 5,2 | 2,7 | 0,6 | 72,4 |
| <i>A. acuminata</i> | 37 | 5 | 35,2 | 94,8 | 5,7 | 2,3 | 1,9 | 0,4 | 59,3 |
| <i>C. purpureus</i> | 16 | 10 | 28,8 | 82,6 | 17,4 | 2,2 | 1,7 | 0,4 | 65,2 |
| <i>T. diversifolia</i> | 20 | 21 | 25,1 | 84,4 | 15,6 | 5,3 | 2,6 | 0,7 | 68,6 |
| <i>S. officinarum</i> | 36 | 6 | 24,8 | 97,2 | 2,8 | 2,4 | 1,7 | 0,3 | 67,8 |

La mejor composición bromatológica fue para *M. sativa* y *T. diversifolia*, con valores de PB de 20 y 21 %, respectivamente. Ambas especies representan un potencial para la alimentación de los cuyes, al considerar que este indicador es de los más importantes, ya que sus requerimientos nutricionales pueden variar entre 14 y 22 % en dependencia de la fase de su ciclo productivo (gestación, lactancia, crecimiento), como señala (Alvarado-Zuta, 2017).

A. acuminata mostró los menores valores de proteína, y los más altos de FB y MO, mientras que la digestibilidad *in vitro* de la MO fue baja con respecto a las demás forrajeras (59,3 %).

Los valores más altos de CEN, Ca, P y Mg fueron para *T. diversifolia* y *M. sativa*. Según Gualoto-Lata (2018), los minerales cumplen múltiples funciones en el organismo, entre ellas las estructurales, fisiológicas y catalíticas, siendo las más importantes la formación de los huesos y los nervios.

En la tabla 3 se muestra el peso vivo inicial y final, la ganancia de peso total y la conversión alimentaria. Los mejores resultados productivos fueron para los tratamientos que utilizaron *M. sativa* y *T. diversifolia*. Los valores más bajos se registraron en *S. officinarum* y *A. acuminata*, con diferencias significativas ($p < 0,001$).

Los valores de peso vivo final en las especies forrajeras oscilaron entre 1 100 y 1 500 g/animal. Estos son similares a los informados por Camino y Hidalgo (2014), quienes evaluaron una dieta mixta a base de balanceado, vitamina C (70 mg/100 g de alimento) y rastrojo de brócoli (*Brassica oleracea* L.). Sin embargo, fueron superiores a los informados por Andrade-Yucailla *et al.* (2015), al evaluar tres niveles de sustitución (25, 40 y 55 %) de forraje verde de *Ipomoea batatas* L. (camote/boniato) en dietas para cuyes durante las etapas de crecimiento-ceba en la región de la Amazonia ecuatoriana.

Estos autores informaron valores entre 910-1 050 g/cuy.

Los resultados del peso vivo final para el tratamiento con *S. officinarum* estuvieron entre los más bajos, pero fueron superiores a los referidos por Toro-Molina *et al.* (2017), quienes utilizaron 15 % de bagazo de esta planta (935,2 g). También fueron mejores a los obtenidos por Avalos-Sánchez (2010), al evaluar cuatro niveles de inclusión de caña fresca picada (20, 40, 60 y 80 %), en ambos casos en dietas mixtas con *M. sativa* durante el crecimiento-ceba.

Los valores registrados en esta investigación para la ganancia de peso total en el período fueron superiores a los informados por Sánchez-Laiño *et al.* (2009), quienes evaluaron tres gramíneas tropicales (*Panicum maximum*¹ Jacq., *Zea mays*, *S. officinarum*) más concentrado durante el engorde de cuyes mejorados en el litoral ecuatoriano. Estos autores obtuvieron valores de 478,5; 521,9 y 398,3 g/período, respectivamente.

La GMD de los animales fue similar a lo informado por Meza-Bone *et al.* (2014), al evaluar gramíneas (*P. maximum*; *Pennisetum* sp.) y arbustivas forrajeras tropicales (*Morus alba* L., *Erythrina poeppigiana* (Walp.) O.F.Cook, *Hibiscus rosa-sinensis* L.) *ad libitum* en la alimentación de cuyes en Quevedo, Ecuador. Sin embargo, resultaron inferiores a los 10,5 g/animal/día referidos por Yamada *et al.* (2019) en la evaluación de los parámetros productivos de dos líneas cárnicas de cuyes (genotipos mejorados) en la costa central del Perú, con régimen alimentario basado en maíz chala forrajero, afrecho de trigo y agua fresca.

Se encontraron diferencias significativas ($p > 0,001$) en la conversión alimentaria promedio entre los tratamientos *M. sativa*, *T. diversifolia* y *C. purpureus* con respecto a *S. officinarum* y *A. acuminata* (tabla 3). Estos resultados son similares a los informados por Guevara

Tabla 3. Comportamiento de los indicadores productivos de cuyes alimentados con cinco especies forrajeras.

| Tratamiento | Peso inicial, g | Peso final, g | Ganancia peso total, g | Conversión alimentaria |
|------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| <i>M. sativa</i> | 386,9 ± 21,65 | 1427,0 ± 45,92 ^a | 1040,1 ± 59,83 ^a | 8,8 ± 0,49 ^a |
| <i>A. acuminata</i> | 393,4 ± 26,24 | 1130,5 ± 37,39 ^b | 737,1 ± 40,22 ^b | 15,8 ± 0,95 ^b |
| <i>C. purpureus</i> | 367,0 ± 19,62 | 1239,8 ± 48,54 ^{ab} | 872,8 ± 47,46 ^{ab} | 9,8 ± 0,51 ^a |
| <i>T. diversifolia</i> | 375,3 ± 18,23 | 1262,5 ± 33,73 ^{ab} | 887,3 ± 41,84 ^a | 8,5 ± 0,40 ^a |
| <i>S. officinarum</i> | 381,5 ± 15,16 | 1146,5 ± 34,38 ^b | 765,0 ± 39,78 ^b | 13,9 ± 0,69 ^b |
| Valor-P | 0,891 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

a, b: Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

¹Nombre científico actual: *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs

y Carcelén (2014) cuando evaluaron el efecto de probióticos en cuyes mejorados para la etapa crecimiento y engorde. También coinciden con los referidos en el estudio de Andrade-Yucailla *et al.* (2015) sobre la evaluación de gramíneas adaptadas a la región amazónica.

Al evaluar el rendimiento de la canal (tabla 4), los valores estuvieron entre 71 y 75 %. Los mejores resultados se encontraron en *M. sativa*, *T. diversifolia*. Le siguieron *C. purpureus* y *S. officinarum*. En estudios de Camino y Hidalgo (2014), estos autores obtuvieron rendimientos de las carcasas similares a los registrados en este trabajo, con valores de 72 y 73 %, al evaluar diferentes alternativas de alimentación (concentrado en forma de pellet y harina y concentrados con restricción de la oferta de forraje, respectivamente). Sin embargo, los resultados del presente estudio superaron ligeramente a los de Canto *et al.* (2018), quienes evaluaron el efecto de la suplementación con probiótico (*Lactobacillus*) en dietas de *M. sativa* y concentrado, y obtuvieron valores entre 70 y 72 %.

Tabla 4. Rendimiento de la canal de los animales para las especies forrajeras evaluadas.

| Tratamiento | Rendimiento de la canal, % |
|------------------------|----------------------------|
| <i>M. sativa</i> | 75 |
| <i>A. acuminata</i> | 72 |
| <i>C. purpureus</i> | 74 |
| <i>T. diversifolia</i> | 75 |
| <i>S. officinarum</i> | 74 |

Los animales que consumieron el forraje de *T. diversifolia* mostraron mayor eficiencia en su conversión de alimento a carne, sin diferencias significativas en cuanto al rendimiento de la canal, por lo que se podría inferir que esta especie tiene el mismo efecto nutricional que *M. sativa*, pues tampoco se encontraron diferencias significativas entre ambos tratamientos para el peso vivo y la ganancia de los animales.

Los indicadores productivos se vieron muy afectados en *A. acuminata*, si se comparan con el resto de las forrajeras. En este comportamiento pudieron influir los menores porcentajes en el aprovechamiento del forraje, así como los bajos contenidos de proteína y altos niveles de fibra, características que califican a *A. acuminata* como un recurso local con limitaciones para la alimentación de los cuyes.

Conclusiones

El mejor comportamiento para las variables ganancia de peso, conversión alimentaria y rendimiento de la canal se obtuvieron en los tratamientos que incluyeron *M. sativa* y *T. diversifolia* en la dieta de los cuyes. Estas especies forrajeras tuvieron un porcentaje de proteína bruta por encima del 20 %.

Agradecimientos

Se agradece a la familia Macancela Urdiales por el financiamiento para esta investigación. Se expresa gratitud a la Estación Experimental del Austro del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en especial al Ing. Maximiliano Ochoa y a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca por el apoyo para el desarrollo de este estudio.

Contribución de los autores

- Wilson Geovanny Macancela-Urdiales. Realizó los experimentos, la recolección de datos. Además, preparó el trabajo para su publicación.
- Mildrey Soca-Pérez. Conceptualizó la idea de investigación y supervisó la actividad de investigación.
- Tania Sánchez-Santana. Realizó el análisis estadístico y revisó el manuscrito.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Referencias bibliográficas

- Aguilar-Quintana, E. D. *Producción de biomasa forrajera de variedades o ecotipos de alfalfa (Medicago sativa L.) en el sector humedades del distrito de Salas-Lambayeque*. Tesis presentada como requisito para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2017.
- Alvarado-Zuta, R. *Efecto de la yaca (Artocarpus heterophyllus) y alfalfa (Medicago sativa) en el comportamiento productivo de cuyes (Cavia porcellus) en fase de crecimiento y engorde*. Tesis para optar el título profesional de Médico Veterinario. Cutervo, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2017.
- Andrade-Yucailla, Verónica; Mazo, Lida; Vargas, J. C. & Lima-Orozco, R. Comportamiento productivo de cuyes en crecimiento-ceba alimentados con forraje de *Ipomoea batatas* L. en la región Amazónica Ecuatoriana. *UTCiencia Ciencia y Tecnología al servicio del pueblo*. 2 (1):24-28, 2015.
- AOAC. *Official methods of analysis*. 18th ed. Maryland, USA: Association of Official Agricultural Chemist, 2016.

- Avalos-Sánchez, Consuelo del R. *Utilización de la caña de azúcar fresca y picada (20, 40, 60 y 80 %) más alfalfa en crecimiento y engorde de cuyes*. Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2010.
- Bazán-García, A.; Cubas-Bazan, P.; Canches-Gonzales, A.; Díaz-García, América & Mariano-Santiago, H. Parámetros productivos en cuyes de la línea Perú (*Cavia porcellus*) alimentados con alfalfa fresca (*Medicago sativa*) y diferentes proporciones de harina de sangre de bovino. *Investigación Valdezana*. 10 (1):21-24, 2016.
- Camino, J. & Hidalgo, V. Evaluación de dos genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con concentrado y exclusión de forraje verde. *Rev. investig. vet., Perú*. 25 (2):190-197, 2014.
- Canto, F.; Bernal, W. & Saucedo, J. Efecto de suplementación con probiótico (*Lactobacillus*) en dietas de alfalfa y concentrado sobre parámetros productivos de cuyes mejorados en crecimiento y engorde. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*. 2 (2):39-44, 2018.
- Castro-Bedriñana, J.; Chirinos-Peinado, Doris & Calderón-Inga, J. Calidad nutricional del rastrojo de maca (*Lepidium peruvianum* Chacón) en cuyes. *Rev. investig. vet., Perú*. 29 (2):410-418, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i2.13405>.
- Choez, Katherine & Ravillet, V. Frejol castilla (*Vigna unguiculata* L. Walp) como ingrediente en raciones de crecimiento-engorde de cuyes (*Cavia porcellus*) mejorados. *Rev. investig. vet., Perú*. 29 (1):180-187, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i1.14086>.
- Gobierno Provincial del Azuay. *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del Azuay 2015-2030*. No. 12. Cuenca, Ecuador: Dirección de Planificación y Coordinación de Ordenamiento Territorial, 2015.
- Gualoto-Lata, G. A. *Evaluación de diferentes niveles de harina de Pennisetum violaceum (maralfalfa) en la elaboración de bloques nutricionales y su utilización en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento y engorde*. Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de Ingeniero Zootecnista. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2018.
- Guevara, J. & Carcelén, F. Efecto de la suplementación de probióticos sobre los parámetros productivos de cuyes. *Rev. Per. Quím. Ing. Quím.* 17 (2):69-74, 2014.
- Meza-Bone, G. A.; Cabrera-Verdezoto, R. P.; Morán-Morán, Jéssica J.; Meza-Bone, F. F.; Cabrera-Verdesoto, C. A.; Meza-Bone, C. J. *et al.* Mejora de engorde de cuyes (*Cavia porcellus* L.) a base de gramíneas y forrajeras arbustivas tropicales en la zona de Quevedo, Ecuador. *Idesia (Arica)*. 32 (3):75-80, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292014000300010>.
- Paillacho-Sánchez, W. R. *Evaluación de una dieta a base de harina de yuca (Manihot esculenta) y de alfalfa (Medicago sativa) en un balanceado para la alimentación de cuyes (Cavia aperea porcellus, L.) en la etapa de engorde*. Trabajo de titulación previa la obtención del título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario. Tulcán, Ecuador: Universidad Politécnica Estatal del Carchi, 2017.
- Rivera, J. E.; Chará, J.; Gómez-Leyva, J. F.; Ruíz, T. & Barahona, R. Variabilidad fenotípica y composición fitoquímica de *Tithonia diversifolia* A. Gray para la producción animal sostenible. *LRRD*. 30 (2). <http://www.lrrd.org/lrrd30/12/rive30200.html>, 2018.
- Rosales-Jaramill, C. A.; Rodas-Carpi, E. R.; Nieto-Escandón, P. E.; Torres-Inga, C. S.; Gordillo-Guambana, B. G.; Aucapiña, C. *et al.* Extirpación de las espículas del pene de cuy (*Cavia porcellus*) y su efecto sobre la ganancia de peso y agresividad. *Rev. prod. anim.* 30 (1):47-52, 2018.
- Salazar-Ortiz, J.; Trejo-Téllez, L. I.; Valdez-Balero, A.; Senties-Herrera, H. E.; Rosas-Rodríguez, M.; Gallegos-Sánchez, J. *et al.* Caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en la alimentación de rumiantes: experiencias generadas con cañas forrajeras. *Agroproductividad*. 10 (11):70-75, 2017.
- Sánchez-Laiño, A.; Sánchez-Gallardo, S.; Godoy-Becerra, S.; Díaz-Ocampo, R. & Vega-Pastuña, Norma. Gramíneas tropicales en el engorde de cuyes mejorados sexados (*Cavia porcellus* Linnaeus) en la zona de la maná. *Ciencia y Tecnología*. 2:25-28, 2009.
- Toro-Molina, Blanca; Yáñez-Zapata, M.; Andrade-Aulestia, Patricia; Labrada-Ching, J.; Chacón-Marcheco, E.; Zambrano-Cuadro, Natalia *et al.* La inclusión del bagazo de caña en la ración de cuyes (*Cavia porcellus*) de engorde. *REDVET. Rev. Electrón. vet.* 18 (10):1-6. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63653470030>, 2017.
- Valenzuela-Rocha, Rocío. *Determinación de la digestibilidad y energía digestible del forraje seco de mucuna (Stizolobium deeringianum) en cuyes*. Tesis para optar por el título de Ingeniero Zootecnista. Lima: Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina, 2015.
- Vivas-Quila, N. J.; Criollo-Dorado, Milvia & Cedeno-Gómez, María C. Frecuencia de corte de pasto elefante morado *Pennisetum purpureum* Schumacher. *Rev. Bio. Agro.* 17 (1):45-55, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.18684/bsaa.v17n1.1203>.
- Yamada, Graciela; Bazán, V. & Fuentes, Nadia. Comparación de parámetros productivos de dos líneas cárnicas de cuyes en la costa central del Perú. *Rev. investig. vet., Perú*. 30 (1):240-246, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i1.15678>.





























TIPOS DE ARTÍCULO. Se presentarán los trabajos en idioma español y se considerarán cinco tipos de contribuciones:

- Artículo de revisión. Presentaciones relativas a temas significativos de desarrollo o aplicación de sistemas tecnológicos, en los cuales el autor haga una exhaustiva revisión de la literatura y además emita sus propios criterios sobre el tema.
- Artículo científico. Se expondrán, de forma profunda y detallada, los resultados de investigación o la aplicación de resultados en las temáticas definidas por el comité editorial.
- Comunicaciones cortas. Se publicarán reportes preliminares relevantes sobre resultados de investigación o aplicación de resultados. Deben contener una introducción muy breve sobre el tema, donde se indica la urgencia o el interés de la información y los resultados más importantes del trabajo. Se debe agregar suficiente información con el fin de que quien lo desee pueda replicar la metodología. Los manuscritos de comunicaciones cortas no deben tener una extensión mayor a 10 páginas (en Word).
- Notas técnicas: Se refieren a la publicación del desarrollo de técnicas o metodologías innovadoras, o su adaptación, modificación, promoción y divulgación de carácter científico. Incluye métodos de mejoramiento, análisis estadísticos, aparatos o instrumentos de campo, invernadero o laboratorio. La sección de Discusión puede tomar un tono más positivo (cualitativo) que crítico. Tendrán una extensión máxima de cinco páginas.
- Análisis y comentario. Se presentará el análisis de una situación específica, realizado por un especialista con reconocida trayectoria en la temática. Puede contener datos, puntos de vista u opiniones, así como observaciones personales; y debe incluir una revisión de la literatura apropiada para la naturaleza y extensión de esta modalidad de publicación, que no excederá las 10 páginas. Además, debe contener una introducción, el desarrollo temático y las conclusiones, con sus recomendaciones.

ENVÍO DE MANUSCRITOS. Los artículos deben ser enviados a través de correo electrónico, acompañados de una carta en la que el autor y los coautores declaren que se trata de un artículo inédito y que no ha sido enviado de forma simultánea para su publicación en otra revista. La firma del autor para correspondencia debe estar incluida en la carta.

PROCESO DE EDICIÓN. Los artículos recibidos se analizarán inicialmente por parte del comité editorial, y, si cumplen con los requisitos establecidos, serán sometidos a una revisión por pares de expertos y a ciegas. Estos especialistas se seleccionan con base en su experiencia sobre el tema del artículo y en su formación académica. Los resultados de la revisión deberán emitirse en un plazo no mayor de un mes y se enviarán al autor

de inmediato, para que este adecue su artículo a las sugerencias de los revisores. El autor resaltará en otro color de letra los cambios realizados, y lo enviará de nuevo al comité. Se aceptarán las respuestas del autor en cuanto a correcciones o adiciones al trabajo; asimismo, se tendrán en cuenta las consideraciones de los árbitros; y el comité editorial decidirá, finalmente, la aceptación o el rechazo de la contribución. Se le concederá al autor un periodo de un mes para el envío de sus cambios. La comunicación entre el editor jefe y el autor se mantendrá hasta que se dé el visto bueno para que el artículo pase al proceso de edición o sea rechazado, lo que se le informará de forma oficial. Si luego del periodo concedido para el envío de los cambios no hubiera respuesta, se procederá en primera instancia a dejar el artículo fuera del flujo de trabajo; y, posteriormente, pasados los 60 días hábiles, a rechazarlo bajo el criterio de no acatamiento de las políticas de la revista. Si el proceso de arbitraje se atrasa, por causas imputables al comité editorial, se le preguntará al autor si está de acuerdo en esperar más tiempo, o podrá retirar su trabajo.

Cuando finalice la diagramación, incluidos los cambios propuestos por el autor y con el visto bueno del comité editorial, se le enviará la versión del artículo en pdf al autor para que efectúe la revisión final e indique al editor, vía correo electrónico, si está de acuerdo con esta versión o si propone modificaciones de forma. El autor dispondrá de un máximo de cinco días hábiles para dar su respuesta, después de los cuales el comité editorial asumirá que ha estado de acuerdo con los cambios.

FORMA DE PRESENTACIÓN DE LOS ARTÍCULOS. Los artículos deben estar mecanografiados en procesador de texto Microsoft Word®, con tipografía Arial, tamaño 11, interlineado de 1,5 cm y márgenes de 2 cm. No se le aplicarán efectos al texto (tales como: negrita, subrayado, espacio por encima o por debajo del párrafo, sangría, formato de tabla, entre otros), con el fin de facilitar la posterior diagramación aplicando los estilos predefinidos. Los artículos deben comprender las partes siguientes:

TÍTULO. El título debe ser conciso y no exceder las 15 palabras; se sugiere evitar las siguientes frases: “Estudios de...”, “Investigaciones en...”, “Observaciones acerca de...”, y otras similares. No incluirá palabras que no le aporten significado.

NOMBRE COMPLETO DE LOS AUTORES Y SU FILIACIÓN. Como pauta general, no deben aparecer más de seis autores. Se considerarán como autores los que participaron en grado suficiente para asumir la responsabilidad pública del contenido del artículo, ya que intervinieron en la concepción y el diseño del estudio, en la obtención de los datos o en su análisis e interpretación; así como en la redacción o la revisión crítica intelectual. Deben aparecer los dos apellidos

de los autores (separados por un guión) y de forma completa las direcciones postales de las instituciones de los autores involucrados y la dirección electrónica del autor para correspondencia.

La participación en la obtención de datos, en la facilitación de procesos de investigación o en la coordinación del trabajo y/o supervisión general del grupo de investigación no justifica la autoría. En estos casos, los involucrados pueden aparecer al final del artículo, en la sección de agradecimientos.

RESUMEN. El resumen no excederá las 250 palabras y se redactará en un solo párrafo. Debe incluir el objetivo de la investigación, los principales aspectos metodológicos, el diseño experimental, los resultados más importantes y las conclusiones.

PALABRAS CLAVE. Se debe incluir un mínimo de tres palabras clave y un máximo de cinco, las cuales pueden ser compuestas y no deben aparecer en el título. Como referencia se puede consultar el AGROVOC Thesaurus, de la FAO (http://www.fao.org/aims/ag_intro.htm?searchtext=), y el Tesoro Agrícola, de la National Agricultural Library –del Departamento de Agricultura de Estados Unidos– (http://agclass.nal.usda.gov/agt_Espanol/download_es.shtml).

INTRODUCCIÓN. La introducción debe incluir brevemente la importancia del problema dentro del marco del estudio, las limitaciones de la investigación, los antecedentes más relevantes y el objetivo concreto del trabajo. Toda información debe estar respaldada con citas bibliográficas actualizadas, que sean de fácil acceso en centros de información, bibliotecas o a través de Internet. En este acápite, toda mención de especies vegetales o animales debe incluir su nombre científico completo, seguido de su clasificador. Toda indicación posterior de ese nombre científico se hará solo con la letra inicial del género seguido de la especie, o con el uso de nombres comunes que hayan sido previamente señalados. El nombre de la especie se debe escribir en letra cursiva, no así el clasificador. Los nombres de las variedades se deben poner con minúscula (por ejemplo: *Panicum maximum* Jacq. var. *trichoglume*) y los de los cultivares, con mayúscula (por ejemplo: *Choris gayana* Kunth cv. *Callide*). Los nombres comunes se escribirán en minúscula (por ejemplo: pangola, hierba elefante, pasto estrella, rizobio, entre otros).

MATERIALES Y MÉTODOS. Se sugiere el uso de subtítulos para separar los distintos aspectos de la sección de materiales y métodos. Esta incluirá el lugar donde se efectuó la investigación, el periodo y las condiciones climáticas –si procede–, la descripción detallada de los materiales utilizados (suelos, semillas, especies de plantas y animales, entre otros) y el procedimiento experimental. Los métodos deben indicar claramente

las variables que se pretende medir y su precisión, por lo que se debe incluir el diseño experimental, los tratamientos, la unidad experimental, los métodos de muestreo y el tipo de análisis estadístico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN. Los resultados deben presentarse en forma concisa, con la ayuda de tablas y/o figuras (se incluirán en un archivo adicional los datos que las originaron, para adecuar su diseño a los estilos definidos en la plantilla de la revista), y se debe evitar la duplicación de información entre ellas y el texto. Asimismo, se describirá la información obtenida del análisis de varianza. En la discusión deben estar reflejados los criterios del autor y las referencias a otros trabajos que tengan relación directa con este. En esta sección, al final, deberán aparecer las conclusiones y las recomendaciones.

TABLAS, FIGURAS, FOTOS, DIBUJOS Y MAPAS. Deben tener un título que se explique por sí solo, independiente del texto, y deben aparecer inmediatamente después de que sean mencionados, no como anexos. Se considerarán como figuras los gráficos, las fotografías, los dibujos y los mapas. En estos el título se colocará al pie; mientras que el de las tablas se ubicará encima de ellas. La información de las tablas debe estar estructurada lógicamente, en cuanto al cabezal y a las diferentes columnas y filas. Las fotografías deben enviarse en archivo separado, con una resolución mínima de 300 dpi y en formato .jpg, .eps o .tiff. Las abreviaturas que se incluyan en las tablas y en las figuras, con excepción de las de uso universal, deberán ser aclaradas en una leyenda, al pie.

Las figuras y fotos se pueden incluir en colores en la versión electrónica de la revista, pero en la versión impresa se diseñarán en blanco y negro, por lo que el autor debe presentarlas en estas tonalidades o en escala de grises.

CITAS Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. Deben contribuir al conocimiento sobre el tema y ser lo más actualizadas posible. Las citas que aparecen en el texto del artículo deben indicar el apellido del autor y el año de publicación. En el caso de los trabajos citados que tengan más de dos autores se utilizará el apellido del primero, seguido de *et al.* Toda cita que se incluya en el texto deberá aparecer en la sección de "Referencias bibliográficas", al final del artículo, en orden alfabético por el apellido del primer autor. Estas incluirán los apellidos de los autores, las iniciales de los nombres (en las bibliografías que tengan más de seis autores se mencionarán los seis primeros seguidos de *et al.*), el título completo del trabajo e información del documento en que se publicó (artículo, capítulo de libro, tesis, etc.) y el año de publicación. En el caso de las publicaciones periódicas (revistas, periódicos) se debe indicar su título, el volumen, el número y el rango de páginas; las publicaciones no

periódicas (libros, folletos, memorias de eventos, tesis) incluirán, además, la institución o casa editora, la ciudad, el país –si esta es poco conocida– y el total de páginas (o el rango de páginas si se trata de un capítulo).

Los nombres de los autores van con minúscula, primero los apellidos y luego las iniciales del nombre (s). Las comunicaciones personales no son parte de la literatura citada, por lo que se incluyen solo dentro del texto. Las citas obtenidas de Internet deben ser preferentemente de publicaciones periódicas, revistas electrónicas o libros.

Ejemplos:

Contran, Nicla; Chessa, Laura; Lubinoa, M.; Bellavite, D.; Roggero, P. P. & Enne, G. State of the art of the *Jatropha curcas* productive chain: from sowing to biodiesel and by-products (Review). *Ind. Crops Prod.* 42:202-215, 2013.

Koohafkan, P. & Altieri, M. A. Sistemas ingeniosos del patrimonio agrícola mundial: un legado para el futuro. Roma: FAO, 2011.

Araya, J.; Benavides, J. E.; Arias, R. & Ruiz, A. Identificación y caracterización de árboles y arbustos con potencial forrajero en Puriscal. En: J. E. Benavides, comp. *Árboles y arbustos forrajeros de América Central*. Turrialba, Costa Rica: CATIE, vol. 1, p. 31-63, 1994.

Campos, Maybe. *Modelo de Gestión Estratégica. Experiencias en la UBPC El Zapato, municipio Martí, provincia de Matanzas*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Mayabeque, Cuba: Universidad Agraria de La Habana, 2013.

Vitta, J. Competencia entre cultivos malezas. Sitio argentino de producción animal. <http://www.produccion-animal.com.ar>. [13/5/2013], 2013.

ASPECTOS ESTADÍSTICOS

1. Se debe incluir en "Materiales y métodos" una explicación de los modelos y métodos utilizados en el análisis estadístico.
2. Si se aplican diseños clásicos (completamente aleatorizado, bloque al azar, cuadrado latino, etc.) no será necesario incluir información sobre el modelo matemático utilizado, sino solamente el nombre del diseño y el número de réplicas.
3. Si se aplican diseños no clásicos, se deberá informar el modelo matemático utilizado (con la explicación correspondiente) o citar al autor.
4. Se debe nombrar la dócima de comparación múltiple (Duncan, Scheffé, Tukey, Newman-Keuls, etc.).
5. Se incluirán tablas de análisis de varianza solo cuando ofrezcan información adicional importante.
6. Las tablas de medias (con sus errores estándar –EE–) deben resumir la in-

formación. No se incluirán datos originales, excepto en los casos requeridos.

7. Cuando se representen las dótimas de comparación múltiple pueden incluirse superíndices a las medias, que simplifiquen su interpretación.
8. Cuando se utilicen transformaciones con el objetivo de validar el análisis estadístico, existen variantes para la presentación de las medias:
 - a) Informar las medias transformadas, con sus correspondientes EE, y las medias retransformadas.
 - b) Incluir las medias y los EE de los datos retransformados, y ofrecer, además, las medias originales.
9. En las ecuaciones de regresión se incluirán los EE.
10. En las curvas que representen ecuaciones de regresión, se señalará la dispersión de los datos a su alrededor.
11. En las figuras deben aparecer las unidades de medida y todos los elementos imprescindibles.

OTROS ASPECTOS DE INTERÉS

- Los autores de las contribuciones enviadas tienen derecho a presentar sus escritos en eventos públicos, preparar trabajos derivados de estas, reproducirlos y distribuirlos.
- La fecha de recibido del trabajo se establecerá a partir de cumplida la primera revisión por parte del comité editorial de la revista.
- Los diferentes números de la revista se divulgarán en los formatos impreso y electrónico, y en Internet, con base en la normativa de divulgación y cesión de derechos por parte de los autores.
- Solo se distribuirá la versión impresa de la revista a los centros de documentación, instituciones y empresas afines a la rama agropecuaria, así como a universidades y bibliotecas. También se enviará a aquellas instituciones extranjeras con las que se realiza canje. Asimismo, al autor principal se le hará llegar por vía electrónica una separata de su trabajo en pdf, tanto en español como en su versión en inglés; así como el correspondiente índice anual: de contenido, de autores y de temáticas –el cual se publica en el número 4 de cada año.

ABREVIATURAS, SÍMBOLOS Y SIGLAS. La revista *Pastos y Forrajes* solo aceptará los símbolos del Sistema Internacional de Unidades y la normativa oficial del sistema internacional de pesos y medidas; y con respecto a las abreviaturas, lo indicado para tal efecto por la Real Academia de la Lengua Española. Todas las siglas, salvo las muy socializadas por todo tipo de público (por ejemplo: UNESCO), deben aparecer por primera vez entre paréntesis, antecedidas por el nombre completo del concepto o de la entidad a que hacen referencia.