

Índice

Ética de la publicación científica: análisis y discusión filosófica sobre los principios del acto de publicar en las ciencias	5
<i>Javier Anguiano Soto</i>	
Uso de testosterona en hembras caprinas adultas para la inducción de comportamiento de macho para la detección de estros	15
<i>Rubén Darío Martínez Rojero y Lorenzo Reyna Santamaría</i>	
Evaluación del desempeño de un secador solar directo sobre semillas de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	23
<i>Enrique Romero Frasca, José Roberto Álvarez Vargas y Nerissa Ferrer Carrera</i>	
Evaluación de canales de bovinos machos engordados en sistemas silvopastoriles	29
<i>Jorge Iraola, Luis M. Fraga, Yenny García, Jorge L. Hernández y Osvaldo Tuero</i>	
Bovinos machos en pastoreo restringido complementados con caña de azúcar y maíz	41
<i>Jorge Iraola, Yenny García y Jorge L. Hernández</i>	
<i>Indicaciones para los autores</i>	47

Index

Ethics of scientific publishing: analysis and philosophical discussion on the principles of the act of publishing in the sciences	5
<i>Javier Anguiano Soto</i>	
Use of testosterone in goats to induction a male behavior for estrous detection	15
<i>Rubén Darío Martínez Rojero y Lorenzo Reyna Santamaría</i>	
Performance evaluation of a direct solar dryer for cocoa beans (<i>Theobroma cacao</i> L.)	23
<i>Enrique Romero Frasca, José Roberto Álvarez Vargas y Nerissa Ferrer Carrera</i>	
Carcass evaluation of beef cattle males fattened on silvopastoral systems	29
<i>Jorge Iraola, Luis M. Fraga, Yenny García, Jorge L. Hernández y Osvaldo Tuero</i>	
Bovine males in restricted pastures supplemented with sugar cane and corn	41
<i>Jorge Iraola, Yenny García y Jorge L. Hernández</i>	
<i>Instructions for authors</i>	55

Ética de la publicación científica: análisis y discusión filosófica sobre los principios del acto de publicar en las ciencias*

Ethics of scientific publishing: analysis and philosophical discussion
on the principles of the act of publishing in the sciences

Javier Anguiano Soto*

Centro Universitario de Investigación y Desarrollo Agropecuario (CUIDA)
Universidad de Colima
Tecomán, Colima, México

* Correspondencia: javianguiano_89@hotmail.com

● Artículo invitado

Resumen

La actividad científica, muchas veces, es precedida en mayor o menor medida a través de la publicación. Ésta, actualmente, más que una fuente de información y actualización científica, se convierte en un “auto-estímulo” de la ciencia, cuya función principal es convertirse en una condición *sine qua non* (sin el cual no hay actividad científica). Sin embargo, a mayor publicación, ¿mayor efectividad científica? El trabajo reúne diversos análisis y discusiones sobre ética en orden a los principios fundamentales de la publicación y la investigación científica. Los contenidos de una investigación y las motivaciones del investigador complementan, más allá de un perfil de criterios para llevar a cabo una publicación como tal, el escenario principal por el que se destacan algunos principios para hacer ciencia. Así, una perspectiva filosófica de la ética de la publicación es correlativa a una problemática sobre el “discurso público”, las motivaciones, conductas y valores propios del publicador.

Palabras clave

Publicación, filosofía, ética, investigación, conductas científicas.

Abstract

The scientific activity is often preceded a greater or lesser extent by the publication. Today more than a source of information and scientific update, publication becomes a “self-stimulation” of science, whose main reason is to become a *sine qua non* (without which there is no scientific activity). However, most published, Does greater effectiveness of science? The work brings together various analyzes and discussions on ethics in order to fundamental principles of scientific research and publication. The contents of a research and complementary research motivations, beyond a profile criteria to carry out a publication as such, the main scenario that highlights some reasonable principles for science. In effect, a philosophical perspective of ethics of the publication is correlative to a problem on the “public speech”, motivations, behaviors, and values the publisher.

Keywords

Publication, philosophy, ethics, research, scientific behavior.

Introducción

La actividad de la publicación científica se convierte más que en un sistema de información y actualización en un estímulo de oferta-demanda. Actualmente, se ve a la ciencia como una economía más que como un progreso (Galeano, 2002). Los investigadores son susceptibles a estímulos y motivaciones que, en sí mismos, dejan de ser objetivos claros y principios fundamentales para la ciencia. La institucionalización de la verdad, el manejo del poder económico de fondo, la regeneración de ideologías pseudocientíficas no son, estrictamente, los mejores aliados para el desarrollo desinteresado de la ciencia (Bauman, 2003).

Una ética de la publicación científica no supone un discurso exhaustivo sobre el quehacer de la ciencia, ni mucho menos un código de premisas y enunciados valorativos donde recae el deber de un investigador que publica. Más allá de un discurso ético, la pregunta por los principios fundamentales exige resaltar el sentido y la existencia de la publicación en la ciencia. Es decir, para poder responder el quehacer de la ciencia y el deber del investigador que publica, primero se deben discutir y cuestionar las preguntas que anteceden a cualquier acto científico: ¿para qué publicar?, ¿cuál es el sentido de hacer ciencia pública?, ¿para qué hacer ciencia?

El panorama general de la ética requiere que su propio lenguaje admita principios (Kant, 2002). Mismos que, por lo general, son de carácter no ético, lo cual supone que su realización y cumplimiento normativo es un asunto de la actividad neuro-axiológica de cada individuo (Mayers, 2009) su naturaleza no admite errores ni tautologías teóricas. En efecto, cuando se habla de ética podemos hablar de principios, no de valores, ya que estos últimos pertenecen categóricamente al individuo (Lucas, 2005). Así pues, la ética de la publicación científica designa la búsqueda de los principios fundamentales, no éticos, deducibles y discutibles dentro del terreno de la ciencia.

Entonces, desarrollar una crítica del hábito y/o facultad para publicar posee un doble efecto concatenado: por un lado, es imprescindible para el científico del siglo XXI dejar de publicar información que, a su vez, representa una red de auto-condicionamiento indiscutible del desarrollo de la ciencia. Dicho de otro modo, “o se publica, o se muere”. Este doble efecto condiciona cualquier autocritica de los procesos más significativos de la publicación científica.

I. La ética como ciencia social de lo admisible

Además de definir la ética como aquella disciplina que tiene por objeto el estudio de las “costumbres” o “actos” humanos (Brugger, 2003) podríamos, también, encontrar en ella una ciencia de lo “admissible” (Ayllón, 2011). Apel (2003) afirma la existencia de la ética discursiva como “lingüística semiótica” del sentido público. Todo acto informativo tiene un principio normativo: el entendimiento del habla (Apel, 2003). En este sentido, no cualquier discurso proporciona un entendimiento con “sentido” (semiótica) público. Dentro de las publicaciones informativas, cualquier lenguaje articulado con la intención de informar requiere la formulación del siguiente principio: toda producción e interpretación del sentido textual constituye una práctica significante, una semiología (Lucas, 2005).

Por tanto, postular una ética de la publicación implica anteponer los principios *a priori* de toda semiótica de la información, dentro de un cuadro de aceptación convencional que sea admisible.

Ante estas cuestiones, no deja de preocupar que, efectivamente, el rumbo del conocimiento científico del siglo XXI se desenvuelve en el avance de la técnica y la producción, de los estándares de calidad, de la oferta y demanda (Arteaga, 2008). Los cuales han sido sustitutos de un “capitalismo global” dentro de una masa social sin conciencia colectiva, determinada por los estímulos de consumo e innovación (Bauman, 2003). Ahora bien, ¿es posible fundamentar una ética de la publicación en una sociedad de aceleramiento productivo de la información desde un enfoque puramente materialista?, ¿no sería demasiado tautológico resolver los problemas y conflictos sociales desde una visión unilateral de la ciencia como lo postulan las sociedades modernas? La respuesta se encuentra en el objeto formal de las ciencias humanas; aquellas que estudian, del hombre, la conciencia de ser sujetos “centrados” (Foucault, 2003).

1.1. *Ética e información pública desde la teoría postestructuralista*

Cuando la ética es precursora de una normatividad semiótica, el lenguaje se convierte en la estructura del pensamiento y la forma discursiva para la transformación de la ideas, según Habermas. El pensamiento social de este autor (filósofo y sociólogo alemán de la segunda escuela de Francfort), establece una teoría crítica al pensamiento moderno de la ciencia, la técnica y el capitalismo. Formado en las bases del marxismo de Adorno y Horkheimer, difunde su ideología como crítica y praxis. Las formas en que los sujetos pueden llegar a una liberación y progreso social se determinan por el valor dialógico de los intereses de esa sociedad; suponiendo, entonces, una igualdad entre teoría y acción por parte de todos los sujetos a esa crítica (Habermas, 2006).

Sobre este análisis de la teoría comunicativa y consensual del citado filósofo, se puede afirmar la posibilidad de una ética de la información, bajo el presupuesto de la búsqueda de la verdad del diálogo intersubjetivo público, la identificación pluralista de intereses, y la desinstitucionalización de la verdad del discurso público. En este sentido, cuando se admite la necesidad de comunicar información pública, también se acepta la corresponsabilidad de la información dada en conformidad con los intereses de la sociedad dialógica. Así, algunos puntos centrales a destacar, como supuestos teóricos de una ética de la información pública, serían los siguientes:

1. La base de toda información es el acceso a la verdad en su dimensión social-práctica. Ninguna información podría ser propiedad de un sector privado o institucional. En ella se busca entender dialógicamente los intereses de la audiencia (Apel, 2003).

2. La información pública antecede, *a priori*, cualquier forma de deconstrucción dialógica. La base de la infraestructura pública no es la institucionalización de la información, sino el interés práctico de un determinado discurso o contenido informativo. No es congruente una publicación informativa que no transforme los discursos en ideas constructivas y prácticas (Rickert, 2009).

3. La estandarización de criterios metodológicos para la observancia de la información es proporcional al conocimiento inteligible de la información y su proceso consensual de la verdad (Habermas, 2006).

4. La privatización de los sectores productivos de información impide el crecimiento dialógico y el conocimiento de los intereses prácticos de sus auditores.

El pensamiento postestructuralista obliga a repensar el horizonte de la ética, de la información y su praxis en la ciencia. Los criterios ideológicos de Habermas presuponen la homologación entre discurso y transformación, teoría y praxis, e información y publicación. Así pues, ¿cómo está estructurada la información pública de la ciencia (el uso accesible del lenguaje) para comunicar discurso y transformación, teoría y praxis e información y publicación frente a un múltiple desarrollo de intereses publicitarios?

II. Logística y estructura de la publicación científica

Una vez entendido el panorama general de la ética como ciencia social de lo admisible, así como también su raíz discursiva dentro de la teoría social postestructuralista, es posible referirse ahora a la estructura logística, por medio de la cual se llevan a cabo los procesos para una publicación y edición científica. Según su logística, una publicación requiere la aprobación unilateral de un conjunto de revisores de acuerdo a un perfil de criterios para autenticar la publicación y su edición (Marín, 2006).

Las ediciones se pueden clasificar en dos tipos: académicas y científicas. Las primeras, están orientadas hacia una comunidad de investigación en general; mientras que las segundas, hacia una audiencia científica en particular (McDonald, 2006). Usualmente, la información y sus ediciones son publicadas mediante la existencia de una revista; que, a su vez, está estructurada por una política editorial, objetivos particulares de edición y algunos estándares de calidad para la presentación de la misma.

II.1 Perfiles y roles de la publicación científica

El inicio de una publicación científica está matizado por un sistema institucional que coadjunta a una red unilateral de estándares útiles para los objetivos y políticas de la revista. Generalmente, se procede la innovación y pertinencia de la investigación a divulgar que la convierte en una nota de publicación auténtica (Marín, 2006). Sin embargo, en algunos casos, se procede a la utilización de perfiles y modelos que se convierten, más que un elemento de autenticidad y validez, en una multiplicidad de estímulos para la actividad del investigador.

Se sabe que en el terreno de la edición de las publicaciones existe la tendencia “vertical” de procesamiento y verificación que consiste en la determinación “formal” de los requisitos de edición de una publicación, más que las formas metodológicas de sus resultados (Dorta, 2013). Es decir, a mayor número de criterios solicitados, mayor especificidad formal de una publicación. No obstante, la formalidad metodológica apenas es uno de varios resultados de verificación; lo cual denota que el objeto principal de las publicaciones no son estrictamente el carácter científico de los mismos, sino su “autenticidad vertical administrativa” (Barraza y Acosta, 2007).

II.2 Publicación por revista

Cuando una publicación ha pasado a ser un artículo fiable para la investigación es posible hablar entonces de una “confiabilidad” de las autorías. Sin embargo, ¿son éstas estrictamente revisadas y analizadas para la autenticación de la publicación?, ¿qué criterios se emplean para demostrar que una publicación posee los elementos para ser editada?

Existen diversos criterios que se emplean para elucidar aquellos artículos de información que han sido seleccionados para su publicación. Como se ha mencionado anteriormente, en la línea de investigación científica existe la condición de publicación por revista (P/R).

Una revista de publicación científica, según McDonald (2006), se define como “aquel medio de divulgación científica por medio del cual se exponen diversas publicaciones editadas con el objetivo de informar a una comunidad científica específica o general”. Así, la revista representa el medio por el cual las publicaciones son adjuntas a una red social masiva de intereses particulares (González, 2009). Sin embargo, ¿qué procedimientos se siguen para la información masiva de las publicaciones dentro de una revista?

III. El factor de impacto: ¿estímulo o filtro de las publicaciones?

En general, los criterios de las editoriales de revistas de publicación científica pueden estar en conformidad con la política editorial; pero no siempre se juega el rol de los objetivos y metas de las políticas sino, más bien, una serie de intereses misceláneos con el fin de “competir” en el mercado de la publicación, y por supuesto, de la economía científica (Gadner, 2010). Con base en este proceso de “competición” del *marketing information* (Bauman, 2003) se encuentra el proceso de la globalización de la información. En este sentido, la superestructura de las sociedades globalizadas articulan un lenguaje común para homologar procesos de interés (Apel, 2003), del cual se institucionalizan estereotipos y modelamientos para un objetivo determinado. Esto es, si la información pública (incluso la información científica) responde a un interés global de la sociedad, entonces ésta se reconoce mediante su institucionalización e inculcación como interés, ya no particular, sino global.

En la publicación científica, sin embargo, no se exige la posibilidad del mismo proceso globalizado (McDonald, 2006). Por ejemplo, el factor de impacto. Este parámetro es necesario en las revistas de divulgación científica para que la publicación sea considerada, precisamente, como interés de tipo global. Por lo tanto, a mayor número de publicaciones (con gran interés global), mayor calidad e impacto en la “promoción de la revista” (McDonald, 2006). Ahora bien, ¿qué es el factor de impacto (F.I.) y cuál es su función dentro de la publicación científica?, ¿cuál es la consistencia del F.I. para las publicaciones en las revistas científicas?

III.1 Estímulo y filtración del factor de impacto en las publicaciones científicas

En concepto, el factor de impacto es un índice global que mide la calidad de un artículo publicado en una revista por el (N) veces que es citado durante un año. Si la revista no se encuentra dentro de un rango favorable de factor de impacto, su calidad es menor y sus publicaciones poco factibles. Por tal motivo, el publicador o investigador, además de innovar el artículo de la publicación, debe considerar si este artículo tendrá un impacto en la citación; situación que condiciona y estandariza la motivación del publicador hacia una demanda específica de la ciencia (Muñoz, 2007).

Así pues, el factor de impacto no es un parámetro de verificación metodológica de las publicaciones, ni mucho menos un índice estadístico de su factibilidad. El factor de impacto es un parámetro que mide estrictamente la “oferta y demanda” de las publicaciones dentro del mundo editorial de las revistas. Por lo que, se puede definir, como un índice totalmente ajeno a los principios e intereses propios de la ciencia (Bunge, 2005).

Con esta reflexión, el acto de publicar se convierte en una estrategia “económica”. Es decir, el investigador que publica debe considerar las estrategias para que su publicación tenga una demanda en la sociedad editorial. Esta situación lo convierte en un “estímulo” activo: “si no se publica, se muere” (Palma, 2013). No obstante, no sólo existe la necesidad de publicar activamente, sino la tendencia de que publicar se vuelva un “filtro” masivo. No cualquier publicación es digna de ser editada, sino aquellas cuyo “impacto” sean del interés de la mayoría. Así pues, queda en evidencia lo inusual del parámetro del factor de impacto, cuyo rol es la estimulación activa del publicador y la filtración de su edición.

IV. Tipologías conductuales contra-científicas de la publicación

Cuando se habla de tipologías conductuales contra-científicas es necesario referirse a aquel conjunto de actos y tendencias que el publicador realiza en contra del sentido científico y su valor público. Son tipologías conductuales comúnmente observables en el campo de la investigación científica y la publicación. Algunas de las conductas comúnmente observadas en el proceso de la publicación podemos desglosarlas de la siguiente manera:

a) *Invencción de datos*

Se entiende como tal aquella tendencia que el investigador–autor realiza en la publicación *elaborando una totalidad de datos (o parte de ellos) sin ninguna fundamentación metodológica.*

b) *Falsificación de datos*

Consiste en la tendencia a proporcionar datos y metodologías falsas dentro de un estudio determinado. El autor *modifica el valor de los datos en función de los propios intereses de la investigación.*

c) *Manipulación de datos*

Aquella tendencia que el autor realiza modificando el valor intrínseco de los datos de un estudio para lograr fines e intereses particulares, fuera del sentido y verificación de los mismos. Por ejemplo: el plagio, como aquella manipulación de datos e ideas de otro autor dentro de una publicación presentada como si fueran originalmente realizados por el interesado.

d) *Autorías de regalo*

Tendencia a presentar publicadores como “autores originales” del estudio o publicación, sin serlo realmente. Es una forma común para retribuir algún favor u honorario negociable con otra persona.

e) *Publicaciones fragmentarias*

Aquella tendencia de “fragmentar” publicaciones en pequeños artículos seccionados para su posterior publicación.

f) *Publicaciones isotópicas*

Aquellas publicaciones o estudios científicos que muestran un contenido con la misma estructura e información en otras publicaciones o estudios editados.

Éstas y otras tipologías contra-científicas de la publicación manifiestan que son actos y tendencias éticamente inadmisibles que se pueden explicar e interpretar como “desfavorables” para la ciencia y el valor mismo de la publicación.

V. Ética como semiótica de la conducta humana

Más allá de una ética como semiótica de la conducta humana representa una propuesta, más que una idea para afrontar algunos desafíos y límites de la semiótica en el terreno de la ética y la conducta humana. En efecto, la semiótica se define como “aquella ciencia que estudia la estructura de los signos y códigos del lenguaje y su influencia en la cultura” (Eco, 2003). La ética como ciencia de los principios axiológicos de los actos humanos es una semiótica en cuanto a la estructura de su propio lenguaje (Lucas, 2005). Si se admiten los principios universales del *ethos* humano, entonces, la estructura gnoseológica (es decir, la forma del conocimiento por sí mismo) de la ética sólo se establece a partir de una teoría de la conducta.

Sin embargo, más allá de la estructura del lenguaje, el manejo de los signos y de los códigos influyen, sistemáticamente, en el lenguaje cultural del ser humano y su conducta por medio de las ideologías, instituciones y una cultura mediática como tal (Pierce, 2003). Es decir, las funciones propias de un sistema de signos para la interpretación normativa (signos y códigos interpretados) y pragmática (resultado de la interpretación de signos y códigos) de la cultura.

Con este análisis, la ética es una función semiótica, ya que interpreta un conjunto de normas dentro de una pragmática determinada. Por ejemplo: ética profesional, ética económica, etcétera. Sin embargo, la conducta humana no se determina únicamente por el principio gnoseológico y semiótico de una ética (Cabanach *et al.*, 2010); lo que hace pensar que aun teniendo una ética bien definida, los actos humanos pueden no proceder en conformidad con la normatividad institucional. La explicación consiste en que la conducta humana no se determina por un principio axiológico que es de naturaleza intelectual, sino más bien es condicionada por ésta.

La valorización de los actos humanos se dirigen, en principio, por el valor axiológico interno de la persona, sus estímulos perceptivos de la norma, y por la personalidad psicológica de la misma (Barragán, 2010). Por lo tanto, es necesario comprender que no todo sistema semiótico institucionalizado garantiza una práctica del bien ético. Esto supone que una ética normativa institucionalizada corre el riesgo de ser traicionada por los mismos actores o individuos que pertenecen a la misma.

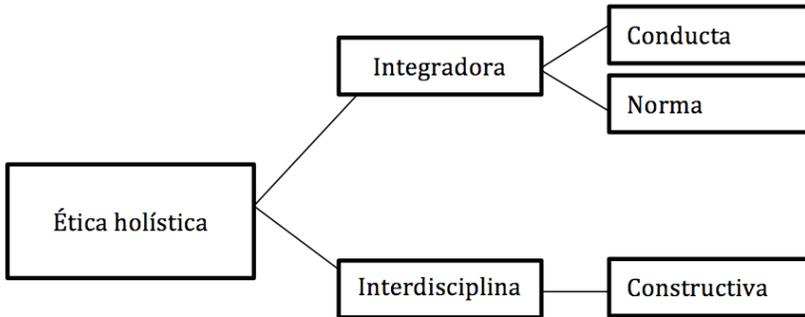
Entonces, una ética como semiótica sólo describe la estructura del lenguaje normativo de la conducta humana, pero no la determina (Pierce, 2003). La conducta humana en sí misma no es semiótica, no se determina por la estructura de los signos del lenguaje (Tobón, 2009). De este modo, se justifica que la conducta humana no es absolutamente ética en el plano semiótico.

V.1 Hacia una ética holística de la conducta humana

Como consecuencia de esta realidad, existe la posibilidad alterna de una ética más allá de una simple semiosis. Si la semiótica de la ética genera una fragmentación de la realidad debido a la multiplicidad de instituciones con sus respectivos perfiles ideológicos y lingüísticos; una ética holística, por el contrario, plantea una realidad constructiva de acuerdo a la naturaleza misma de lo universal.

Por el contrario, una ética holística (figura 1) tendría el siguiente orden funcional en distinción de la semiótica:

Figura 1
Ética holística.



Desde esta visión constructiva, la estructura del lenguaje se construye en función de la interrelación de las ideologías. Las instituciones no son propietarias sino asistentes de un sistema ideológico. Y la cultura se manifiesta por la conservación de sus ideologías interrelacionadas.

Conclusiones

La fundamentación de una ética de la publicación en este trabajo reflexivo sugiere pensar, en primer lugar, en una ética como disciplina de lo admisible. La razón de este concepto postula una determinada forma de actuación o tendencia que sea universalmente aceptada, bajo los presupuestos categóricos que toda información pública acepta.

Por otro lado, una ética de la publicación también requiere reflexionar acerca del sector cultural de la sociedad. Como disciplina teórica de principios, en una sociedad materializada por el binomio producción-cambio, la mayor parte del análisis sobre principios normativos está subordinado a intereses particulares de orden materialista (como el enfoque económico del capitalismo global), en el que importan sólo aquellas normas que permiten el aceleramiento de productos para ser consumidos de forma inmediata. De esta forma, la ética sólo es un conjunto de discursos abstractos sin ninguna referencia pragmática. La publicación, en todos sus matices, da qué pensar sobre su contexto cultural cuando pretende informar y hacer público un determinado contenido.

Otro elemento favorable para una reflexión ética de la publicación es la naturaleza teleológica de la información: ¿qué queremos publicar?, ¿para qué queremos publicar?, ¿qué supone el acto de publicar?, ¿el lenguaje público de la información admite principios deducibles metodológicos? El ordenamiento de los objetivos de una publicación sigue un determinado patrón o modelo consecutivo sobre el fin que se desea realizar. Sin embargo, ¿son congruentes estos fines? La teleología es un aporte importante para una ética de la publicación.

Otro dato favorable a esta reflexión es que el discurso informativo tiene como punto de partida la verdad, en su dimensión intersubjetiva. Toda publicación se orienta al acceso

del conocimiento de la verdad, dimensionando los intereses prácticos de los individuos que participan en ella, y de los que son convenientes a la misma. La institucionalización de la información pública es el resultado de la base auditora de la publicación. Se publica para construir un diálogo intersubjetivo, comunitario y práctico de la verdad.

Finalmente, es posible reconocer debidamente las formas de comunicación de una publicación e información. La construcción de redes informativas para la acción social requiere un sistema legal de observancia estrictamente dialógica. No persigue fines e intereses particulares que no sean los de la comunidad en su conjunto y concesión.

Literatura citada

- Apel, K.O. (2003). *Ética discursiva*. FCE. México. 237 pp.
- Arteaga, L. (2008). *Discursos sobre ética y publicación*. FCE. México. 197 pp.
- Ayllón, J. (2011). *Antropología filosófica*. Ariel. México. 309 pp.
- Barragán, J. (2010). *Ética y psicología de la conducta humana*. Trillas. México. 247 pp.
- Barraza, A. y Acosta, M. (2007). El análisis de la conducta ética. Caso Colegio de Ciencias y Humanidades de la Universidad Juárez del Estado de Durango. *Innovación educativa*. 17-38 pp.
- Bauman, Z. (2003). *Tiempos líquidos*. Paidós. Argentina. 212 pp.
- Bunge, M. (2005). *La ciencia, su método y su filosofía*. Herder. Barcelona. 144 pp.
- Brugger, W. (2003). *Diccionario de filosofía*. Herder. Barcelona. 457 pp.
- Cabanach, R.; González, M. y Flores, F. (2010). *Ética simbólica y semiótica*. España. Sociedad Universitaria de Investigación y Salud. 107 pp.
- Dorta, J. M. (2013). Ética de la publicación científica. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*. Cuba. 230 pp.
- Eco, U. (2003). *Tratado sobre semiótica*. Madrid. UMN. 237 pp.
- Foucault, M. (2003). *La hermenéutica del sujeto*. Paidós. Argentina. 357 pp.
- Gadner, D. (2010). *Ética en las publicaciones*. Del Mar. Argentina. 127 pp.
- Galeano, E. (2002). *Entrevistas y artículos*. Ediciones del chanchito. Uruguay. 192 pp.
- González, L. (2009). *Horizontes y vértices de las publicaciones*. FCE. México. 267 pp.
- Habermas, J. (2006). *Teoría de la acción comunicativa*. Siglo XXI. México. 517 pp.
- Kant, I. (2002). *Crítica de la razón práctica*. Taurus. Argentina. 690 pp.
- Lucas, L. R. (2005). *Antropología filosófica*. Sígueme. Madrid. 379 pp.
- Marín, G. (2006). *Metodología de las ediciones y publicaciones*. CEMX. México. 280 pp.
- Mayers, F. (2009). *La ética desde la ciencia neurológica*. UNAM. México. 149 pp.
- McDonald, K. (2006). *Publicaciones y revistas*. Mc Graw Hill., México. 240 pp.
- Muñoz, B. (2007). *La ciencia y sus motivaciones*. Trillas, México. 257 pp.
- Palma, J. M. (2013). *El desafío de la publicación científica en México-Mitos, realidad y otros avatares*. U. de C. México. 3 pp.
- Pierce, Ch. (2003). *Pragmática de la semilogía*. Síntesis. Madrid. 437 pp.
- Rickert, M. (2009). *Teoría y valor de la publicación*. Siglo XXI. México. 325 pp.
- Tobón, S. (2010). *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*. Pearson. México. 220 pp.

Recibido: 26 de mayo de 2016

Aceptado: 16 de junio de 2016

Uso de testosterona en hembras caprinas adultas para la inducción de comportamiento de macho para la detección de estros[♦]

Use of testosterone in goats to induction
a male behavior for estrous detection

Rubén Darío Martínez Rojero* y Lorenzo Reyna Santamaría

Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CSAEGRO)

Av. Guerrero 81, primer piso, centro
Iguala, Guerrero, México (C. P. 40000)

Teléfono 01 (733) 33 24328

* Correspondencia: rubendariomr1@prodigy.net.mx

♦ Nota técnica

Resumen

Con el objetivo de evaluar dos tratamientos hormonales basados en testosterona sintética, para inducir comportamiento de macho en cabras de desecho, un grupo recibió 100 mg de propionato de testosterona, más 500 mg de enantato de testosterona con diferencia de 14 d; mientras que el otro grupo recibió dos inyecciones con 500 mg de enantato de testosterona. El tratamiento propionato+enantato superó en la eficiencia para la detección de estros (84.40%) a los machos con mandil (testigo; 75.50%), así como al grupo enantato (63.30%). Puede ser aplicado a cabras de desecho, para inducirles comportamiento de macho para la detección de estros.

Palabras clave

Caprino, desecho, hormonas, eficiencia, celadores.

Abstract

In order to evaluate the effect of two hormonal treatments based on synthetic testosterone for inducing male behavior to waste goats, 5 does received two doses containing 100 mg of testosterone propionate, plus 500 mg of testosterone enantate with 14 d of difference; other five goats received two injections containing 500 mg of testosterone enantate. It conclude that the propionate + enantate treatment are more efficient for estrous detection (84.40%) that the males carried a harness (control; 75.50%) and the females from the enantategroup (63.30%). It can be applied to waste goats, to induce male behavior to detect estrus.

Keywords

Caprino, waste goats, hormones, efficiency, teasers.

La detección precisa del estro en la cabra reviste importancia para obtener una buena fertilidad, cuando se implementan técnicas reproductivas —como la Inseminación Artificial o la Transferencia de Embriones— que son precedidas de protocolos hormonales para la sincronización del estro. Sin embargo, a diferencia de otras especies domésticas (como la vaca o la cerda), en las que el estro puede ser detectado con relativa facilidad, con la simple observación de la conducta de los animales (Hafez y Hafez, 2002), en la cabra estas manifestaciones de celo no son tan claras; por lo que su detección se dificulta en ausencia del macho (León *et al.*, 1996; Jainudeen *et al.*, 2002).

En este sentido, los celadores más utilizados en caprinos han sido machos a los que se les adapta un arnés o delantal de tela en la parte baja del vientre, para impedir que penetren a las hembras; o bien, a los que se les practican cirugías, como vasectomía (Beck, 1973), epididimotomía caudal (Beck, 1973; Vieira, 1984), oclusión del orificio prepucial (Aanes y Rupp, 1984), desviación del pene (John y Narasimhan, 1980; Pompermayer *et al.*, 1993) o fijación de la curvatura caudal de la flexura sigmoidea del pene (León *et al.*, 1996); e, incluso, la implementación de cirugías extremas, como la amputación parcial del pene (Straub y Kendrick, 1965; Frazer, 1973).

Una alternativa para evitar las intervenciones quirúrgicas en los machos, reducir su costo de mantenimiento y eliminar la eventual transmisión durante las detecciones de enfermedades infecciosas (como la brucelosis), es la de utilizar andrógenos para inducir comportamiento de macho en hembras, para usarlas como animales marcadores en la detección de estros.

Al considerar lo anterior, el objetivo del presente estudio consistió en evaluar el efecto de dos tratamientos hormonales con base de análogos de la testosterona, para inducir el comportamiento de macho a cabras de desecho y comparar su eficiencia para detectar hembras en estro con la de los machos enteros provistos de un arnés.

El presente estudio se realizó en el Colegio Superior Agropecuario del estado de Guerrero (CSAEGRO), ubicado a 18° 16' LN y 99° 37' LO, con clima AW(w)(i')g (García, 1973). Se llevó a cabo durante la época reproductiva natural (octubre y noviembre) y se utilizaron 24 cabras criollas reproductoras de entre dos y tres años de edad (peso promedio de 35 kg), manejadas bajo condiciones de semiestabulación. Además, fueron utilizadas diez cabras criollas de desecho (cinco a seis años de edad y peso promedio de 39 kg) y cinco machos criollos enteros de tres años de edad, con una condición corporal de 3.0, escala de 1.0 a 5.0 (Honhold *et al.*, 1991) y un peso promedio de 48 kg, que se mantuvieron en estabulación, alimentados con concentrado comercial (400 g por animal) más heno de avena y agua *ad libitum*.

Cinco de las cabras de desecho recibieron dos inyecciones por animal vía IM con diferencia de 14 d entre ellas, que contenían 100 mg de propionato de testosterona, más 500 mg de enantato de testosterona (grupo P +E); mientras que a las cinco cabras restantes se les aplicaron también, con diferencia de dos semanas, dos dosis de 500 mg de enantato de testosterona (grupo E). Una vez que recibieron la primera dosis de testosterona, se registró diariamente el comportamiento mostrado por las cabras que fueron sometidas a los tratamientos de androgenización.

Se observó que, al momento de recibir la segunda dosis de testosterona, las hembras de ambos tratamientos ya exhibían un comportamiento manifiesto de macho y se consideró que podían ser utilizadas como receladoras. El grupo testigo estuvo conformado por los cinco machos enteros —que tenían experiencia previa como marcadores en apareamientos anteriores— a los que se les adaptó un arnés o delantal elaborado con franela, para impedir la copulación de las cabras durante la detección de estros.

Con el propósito de utilizar una proporción recelador:hembra de 1:20 a 1:25, que es la que rutinariamente se utiliza para la detección de estros en programas de apareamientos con monta controlada, de inseminación artificial y de transferencia de embriones (Jainudeen *et al.*, 2002), las 24 cabras reproductoras fueron sincronizadas en estro mediante la inserción durante 11 días de esponjas intravaginales que contenían 20 mg de Acetato de Fluorogestona (FGA), más una inyección IM de 100 UI de gonadotropina sérica (eCG) al momento de remover las esponjas. Entre las 48 a 52 horas después de haber terminado el tratamiento hormonal se evaluó la eficiencia en la detección de estros de los grupos de receladores (hembras androgenizadas y machos con arnés), considerando que es durante este lapso cuando las hembras presentan celo en una mayor proporción, en respuesta a los protocolos de sincronización con base de progestágenos más eCG (Martínez-Aguilar *et al.*, 2011; Pérez-Clariget *et al.*, 2012).

Para este propósito, un animal por tratamiento fue introducido de manera alterna durante un lapso de 15 minutos dentro del corral en donde se encontraban las cabras que recibieron los progestágenos para ser sincronizadas en estro, hasta que los cinco receladores de cada grupo evaluado completaron su periodo de detección de celos. Durante el transcurso de estos 15 minutos, las cabras que eran detectadas en estro se separaban del rebaño para no distraer al recelador en turno y posibilitarle que pudiera concentrar su atención en las demás hembras en celo.

Posteriormente, las cabras que fueron detectadas en estro se reintegraron nuevamente al mismo, antes del inicio del siguiente periodo de detección con un nuevo recelador. De esta manera, a cada recelador se le dio la oportunidad de realizar detección de estros durante un lapso único de 15 minutos en el grupo de 24 cabras que recibieron FGA más eCG para tal fin.

Adicionalmente, para cada recelador se registró tanto el tiempo que transcurrió desde que éste fue introducido al rebaño hasta el momento en que detectó a la primera hembra en celo, así como el intervalo transcurrido entre estros detectados. Para el porcentaje de estros detectados se utilizó una prueba de Ji-cuadrada; mientras que para el intervalo al primer estro detectado (minutos) y el intervalo entre estros detectados (minutos), se utilizaron un análisis de varianza y pruebas de Tukey (Steel y Torrie, 1986), mediante el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System, 2003).

Si se toman en consideración los registros de las detecciones efectuadas por los 15 animales receladores que integraron a los tres grupos evaluados, se encontró que sólo 18 de las 24 cabras que fueron sometidas al protocolo de sincronización con base en hormonas mostraron estro durante el periodo de evaluación. Bajo estas circunstancias, entre los cinco receladores de cada tratamiento teóricamente deberían de haber detectado, como grupo,

a un total de 90 cabras en celo (5 receladores x 18 cabras en celo = 90) para considerar una eficiencia del 100%. Al ser evaluados por separado, se observó que el porcentaje de estros detectados fue mayor ($p < 0.05$) para el grupo propionato + enantato (84.40%), comparado con los grupos testigo (75.50%) y E (63.30%); el porcentaje de estros detectados entre estos dos últimos grupos evaluados, también fue diferente ($p < 0.05$).

Tanto el grupo testigo (intervalo al primer estro de 0.72 ± 0.26 min), como el grupo E (intervalo al primer estro de 0.79 ± 0.22 min) tardaron más en detectar a la primera cabra en estro ($p < 0.05$), en comparación con el grupo P + E (intervalo al primer estro de 0.28 ± 0.12 min). No obstante lo anterior, no se encontró diferencia entre tratamientos ($p > 0.05$) para el intervalo entre estros detectados, que fue de 1.13 ± 0.07 min para el grupo propionato + enantato, de 1.14 ± 0.12 minutos para el grupo testigo y de 1.20 ± 0.12 min para el grupo enantato (cuadro 1).

Tal vez la mayor eficiencia para la detección de estros registrada en el grupo P + E en comparación con los receladores con arnés, pueda ser explicada, en parte, por el hecho de que existe evidencia genética sobre la ocurrencia de diferencias individuales en la libido entre machos (Ford *et al.*, 2009; Ridler *et al.*, 2012); por lo que, con base en su mayor o menor deseo sexual, existe la posibilidad de que no todos pudieran haber tenido un mismo desempeño como receladores. En el caso del grupo E, el menor porcentaje de estros detectados puede ser atribuible al hecho de que las cabras de este tratamiento recibieron una dosis total de andrógenos menor en comparación con la del grupo P + E; además de que no estuvieron expuestas al efecto androgénico sinérgico de corta y de larga duración (Mooradian *et al.*, 1987) producido por la aplicación simultánea del propionato y el enantato de testosterona.

Cuadro 1
Tasa de detección de estro, intervalo ingreso
del recelador-primero estro detectado e intervalo entre estros detectados.

<i>Característica</i>	<i>Número</i>		
Número de receladores por grupo evaluado	5		
Cabras que recibieron tratamiento para sincronización de estro ¹	24		
Cabras que mostraron estro de las 48 a las 52 horas pos-tratamiento	18		
Total de cabras expuestas para detección de estro por grupo evaluado	120		
Total de cabras que se encontraban en estro sometidas a detección por grupo evaluado	90		
	<i>Tratamiento evaluado</i>		
	<i>Propionato+Enantato²</i>	<i>Enantato³</i>	<i>Testigo⁴</i>
Total de detecciones de estro	76	57	68
Tasa de detección de estro	84.40% ^a	63.30% ^c	75.50% ^b
Tiempo a la detección del primer estro (min)	0.28±0.19 ^a	0.79±0.22 ^b	0.72±0.26 ^c
Intervalo entre estros detectados (min)	1.13±0.07 ^a	1.20±0.12 ^a	1.14±0.12 ^a

^{a,b,c} Cifras que no comparten la misma literal entre tratamientos, son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

¹Recibieron durante 11 días esponjas intravaginales con 20 mg de FGA, más una inyección IM de 100 UI de eCG.

²Recibieron vía IM dos dosis por cabra conteniendo 100 mg de propionato de testosterona, más 500 mg de enantato de testosterona con diferencia de 14 días.

³Recibieron, con diferencia de 14 días, dos dosis IM de 500 mg de enantato de testosterona.

Aunque en el presente estudio los animales del grupo P + E detectaron más rápidamente a las cabras en estro, esto no repercutió en un menor intervalo entre estros detectados, pero sí se reflejó en una mejor eficiencia en la detección. No se encontraron estudios en caprinos, pero los intervalos tanto al primer estro como entre estros detectados registrados en el presente estudio para los grupos evaluados, son menores a los intervalos encontrados en trabajos realizados en ovinos (Quintal *et al.*, 1988; Quintal *et al.* 1990; Martínez *et al.*, 1999).

En suma, los resultados encontrados en este trabajo indican que la androgenización de cabras criollas con propionato más enantato de testosterona, en la dosis e intervalos de aplicación evaluados, representan una alternativa para contar con receladores confiables de manera sencilla y con ventajas adicionales, en comparación con los machos marcadores. El uso de cabras androgenizadas evita la ocurrencia de alguna preñez no deseada, ocasionada por el desprendimiento de la tela en el caso de los machos con arnés; o bien,

elimina el riesgo de lesiones o de infecciones ocasionadas por el roce del pene con la tela del mandil, que pudiera conducir a una complicación mayor (fimosis o parafimosis).

Asimismo, en comparación con la implementación de técnicas quirúrgicas en machos que bloquean la vía de eyaculación como la vasectomía (Weaver, 1967; Beck, 1973) o la epididectomía caudal (Beck, 1973; Vieira, 1984), el uso de hembras androgenizadas no implica la consumación del coito; lo que contribuye a evitar la transmisión de enfermedades venéreas y la ocurrencia de la eyaculación de plasma seminal en la vagina, lo cual puede ser una desventaja para visualizar la os del cérvix cuando se utiliza inseminación artificial intracervical o transcervical (León *et al.*, 1996; Martínez *et al.*, 1999).

En el caso de los métodos de preparación de receladores o detectores que involucran la desviación lateral del pene (Jöchle *et al.*, 1973; John y Narasimhan, 1980; Pompermyer *et al.*, 1993) o de la oclusión del orificio prepucial (Aanes y Rupp, 1984), pueden ocasionar formación de edema, retención de orina en la cavidad prepucial e infecciones locales (León *et al.*, 1996).

La aplicación intramuscular de dos dosis conteniendo 100 mg de propionato de testosterona más 500 mg de enantato de testosterona, con diferencia de 14 días, induce comportamiento de macho en cabras criollas de desecho por al menos dos meses; y superan en la eficiencia para la detección de hembras en estro a los machos con mandil y a las cabras que reciben solamente el enantato de testosterona.

Literatura citada

- Aanes, W. y Rupp, G.A. (1984). Iatrogenic preputial stenosis for preparation of teaser bulls. *J. Anim. Med. Assoc.*, 184 (2): 1474-1476.
- Beck, C. C. (1973). Vasectomy vs. caudal epidymectomy. *Vet. Med. Small Anim. Clin.* 68 (9): 1015-1017.
- Frazer, J. W. (1973). Phallectomy: procedure for preparing marker bulls for artificial insemination of beef cows. *Vet. Med. Small Anim. Clin.* 68 (8): 863-870.
- García, R. E. (1973). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía. UNAM. México. 217 pp.
- Ford, Jr. D.; Okere, C. y Bolden-Tiller, O. (2009). Libido test scores, body conformation and testicular traits in Boer and Kiko goat bucks. *ARNJ. Agric. Biol. Sci.* 4 (5): 54-61.
- Hafez, E. S. E. y Hafez, B. (2002). *Ciclos reproductivos*. En: *Reproducción e inseminación artificial en animales*. Editorial McGraw-Hill Interamericana, México, 519 pp.
- Honhold, N.; Petit, H. y Halliwell, R.W. (1991). A condition score scheme for the Small East African goats in Zimbabwe. *Trop. Anim. Health Prod.* 21 (2): 121-127.
- Jainudeen, M. R.; Wáhid, H. y Hafez, E. S. E. (2002). *Ovejas y cabras*. En: *Reproducción e inseminación artificial en animales*. Editorial McGraw-Hill Interamericana, México, D.F., México, 519 pp.
- Jöchle, W.; Jiménez, T.; Esparza, H. e Hidalgo, M. A. (1973). Preparation of teaser bulls, rams and boars by penis and prepuce deviation. *Vet. Med. Small Anim. Clin.* 68 (4): 395-400.
- John, D. y Narasimhan, K. S. (1980). A successful preparation of teaser ram by lateral transplantation of sheath. *Karela J. Vet. Res.* 11 (2): 262-265.
- León, J. I. P. D.; Oliveira, M. A. L.; Lima, P. F. D. y Guerra, M. M. P. (1996). Preparacao de rifeões caprinas pela fixa ção da curvatura caudal da flexura sigmóide de pênis. *Ciencia Rural* 26 (2): 241-245.
- Martínez-Aguilar, M.; Gutiérrez, C.G.; Hernández, D.; María, Y. y Hernández-Cerón, J. (2011). Respuesta estral y tasa de preñez en cabras en anestro estacional tratadas con progestágenos y somatotropina bovina. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias.* 2 (2): 221-227.

- Martínez, R. R. D.; Carrilo, P. S. y Rubio, R. M. (1999). Detección de estros en ovejas Pelibuey con hembra androgenizada o macho vasectomizado. *Agrociencia*, 33 (4): 439-443.
- Mooradian, A. D.; Morley, J. E. y Korenman, S. G. (1987). Biological actions of androgens. *Endocr. Rev.* 8 (1): 1-28.
- Pérez-Clariget, R.; Garese-Raffo, J. A.; Fleischmann-Techera, R.; Ganzálbal-Planinich, A. y González-Stagnaro, C. (2012). Sincronización de celos en cabras en estación reproductiva: uso de esponjas de medroxiprogesterona o aplicación de prostaglandina después de cinco días de detección de celos. *Revista Científica* 22 (3): 245-251.
- Pompermayer, L. G.; Borges, A. P. B.; Espeschit, C. J. B. y Neves, M. T. D. (1993). Preparation of teaser goats using a technique of transplanting the preputial orifice to the inguinal region. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoo.* 45 (3): 305-313.
- Quintal, F. J. A.; Heredia, A. M. y Rodríguez, R. O. (1988). Detección de estro en un rebaño de ovejas Pelibuey con utilización de hembras androgenizadas. *Téc. Pecu. Méx.* 26 (1): 1-7.
- Quintal, F. J.; Rodríguez, R. O. y Celis, P. J. (1990). Influencia de la experiencia previa del recelador sobre la detección de calores en borregas Pelibuey. *Téc. Pecu. Méx.* 28 (3): 117-123.
- Ridler, A. L.; Smith, S. L. y West, D. M. (2012). Ram and buck management. *Animal Reprod. Sci.* 130 (3-4): 180-183.
- Statistical Analysis System (2003). *Users Guide*. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Steel, R. G. D. y Torrie, G. H. (1986). *Bioestadística, principios y procedimientos*. Primera Edición en español, McGraw-Hill, México, D.F., México. 262 pp.
- Straub, O. C. y Kendrick, J. (1965). Preparation of teaser bulls by penectomy. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 147 (4): 373-376.
- Vieira, M.I. (1984). *Criação de cabras técnica prática lucrativa*. São Paulo: Noble, Ruffões, 207 pp.
- Weaver, A. D. (1967). Vasectomy in the ram. *Veterinary* 4 (3): 155-159.

Recibido: 11 de mayo de 2015
Arbitraje: 20 de mayo de 2015
Dictamen: 27 de abril de 2016
Aceptado: 5 de junio de 2016



Título: *Camino de Colima*
Autor: Alejandra del Viento

Evaluación del desempeño de un secador solar directo sobre semillas de cacao (*Theobroma cacao* L.)[♦]

Performance evaluation
of a direct solar dryer for cocoa beans (*Theobroma cacao* L.)

**Enrique Romero Frasca,^{1*} José Roberto Álvarez Vargas²
y Nerissa Ferrer Carrera¹**

¹ Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG)
(Campus Tabasco)
Escuela de Bioingeniería
Prolongación Paseo Usumacinta km 3.5, fraccionamiento El Country
Villahermosa, Tabasco (México)
Teléfono 01 993 3105170 | Extensión 1021

² Universidad Valle de México (UVM)
(Campus Villahermosa)
Av. México 101 (antes 703), fraccionamiento Guadalupe
Villahermosa, Tabasco (México)

* Correspondencia: enriquerf@uagtabasco.edu.mx

♦ Nota técnica

Resumen

Se desarrolló un secador solar directo con un diseño basado en dispositivos deshidratadores rudimentarios de uso regular, en granjas cacaoteras de Tabasco; con el objetivo de evaluar su desempeño en la obtención de cacao seco conforme a la NMX-F-352-S-1980, mediante una exposición a luz solar durante cuatro días. Resultados: disminución paulatina del contenido de humedad hasta en un 7.50%, en promedio, en un producto con valor comercial a insertarse en el mercado.

Palabras clave

Deshidratadores, reciclados, seco, luz solar, humedad.

Abstract

A direct solar dryer was developed with a design that resembles basic dehydrators systems used in cocoa farms in Tabasco, Mexico. The objective of this device was to perform a drying evaluation in order to obtain dried cocoa as established in the Mexican Law NMX-F-352-S-1980 through direct sunlight in a period of five days, resulting in a gradual decreased of its humidity content up to a steady 7.50%, on average, resulting in a product to be inserted in the market with a commercial value.

Keywords

Dehydrators, recycled, dried, sunlight, humidity.

El cacaotero, árbol de cacao (o *Theobroma cacao*) es una especie arbórea de la familia *Sterculiaceae*, nativo del trópico americano, específicamente de Mesoamérica. Su domesticación —iniciada hace más de tres mil años— ha dado como resultado el árbol cacaotero que se conoce hoy en día: de hasta ocho m de alto, con semillas que contienen una cantidad significativa de grasas, polifenoles y una variedad de componentes beneficiosos para la salud (Díaz *et al.*, 2013). A pesar de estas propiedades, el cacao se produce principalmente para la elaboración del chocolate, por lo que se requiere un cacao poco húmedo y conservable.

Uno de los métodos más antiguos utilizados por el ser humano para la conservación de los alimentos es la deshidratación o desecado, por el hecho de que en los ambientes secos no actúan ni microorganismos ni enzimas que descompongan los alimentos; se trata de uno de los métodos más efectivos para preservar los frutos a consumir. Este motivo fue el que dio origen al diseño y desarrollo de secadores y deshidratadores, con métodos de eliminación de humedad; éstos pueden ser: desde medios mecánicos, utilizando prensas, máquinas centrífugas, hasta el secado por procesos térmicos con aire caliente por tiro natural o forzado (Ospina y Tinoco, 2010).

En la actualidad se utilizan, principalmente, los sistemas de deshidratación mecánicos por medio de combustibles fósiles, cuyo proceso se lleva a cabo por efecto del calor y los gases generados al quemar el combustible o al calentar el aire; el cual también es conocido como “proceso de secado industrial” (Castañeda *et al.*, 2012). Dicho secado industrial presenta ventajas atractivas, ya que se logran temperaturas más altas en menor tiempo y se obtiene menor grado de humedad, por lo que se facilita y acelera la deshidratación; además de que se protegen los granos contra la lluvia, el polvo e insectos o animales indeseables; sin embargo, es considerado un procedimiento de altos costos económicos y ambientales (Piacentini y Mujumdar, 2009).

En los últimos años ha aumentado en gran medida no sólo la preocupación por el desarrollo sustentable, las regulaciones y limitaciones de los impactos ambientales de la industria alimenticia, sino también la demanda de cacao para la producción de chocolate tanto en el mercado nacional como internacional; por lo que existe el interés en desarrollar procesos que permitan lograr un grano de cacao deshumidificado de manera económica y con el menor consumo posible de energía eléctrica (Molnár y Farkas, 2010). Una propuesta para lograr este propósito es usar la energía solar.

El secador solar, al hacer uso de la luz del sol y de las corrientes de aire caliente naturales, permite llevar a cabo el proceso de una manera eficiente e higiénica, si se lleva a cabo mediante la exposición directa al sol en un dispositivo sellado herméticamente. Aunque el método es de bastante provecho y ecológico, en algunos casos no es regulable en cuanto a: tiempo exacto de secado, protección completa del producto y uso de energía solar; variables que son determinantes en la optimización del proceso de deshidratación (Nogales *et al.*, 2006; Álvarez *et al.*, 2010).

En virtud de que esta semilla sea de alta producción en México —específicamente en el estado de Tabasco— y su auge económico a nivel regional y local, su obtención y

procesamiento conllevan a la generación de altas ganancias económicas para los cacaoteros en el estado (Espinosa *et al.*, 2015).

Por ende, el objetivo de la presente investigación consistió en evaluar la efectividad de obtener cacao seco conforme a la normatividad mexicana vigente NMX-F-352-S-1980; la cual establece los requisitos del cacao en grano, mediante un secador solar directo por función de medios térmicos y aire caliente de tiro natural que pueda considerarse como una alternativa a los métodos de deshidratación de alimentos tradicionales.

El ensayo se desarrolló en las inmediaciones de la Universidad Autónoma de Guadalajara (Campus Tabasco) entre febrero de 2015 y febrero de 2016. Se utilizaron semillas de cacao extraídas de mazorcas sanas y maduras de árboles de cacao, del municipio de Huimanguillo, Tabasco (México), de la especie *Theobroma cacao* L. var. Criollo, identificados mediante descriptores taxonómicos sugeridos por Cillas *et al.* (2010).

En total, se colectaron doce mazorcas de cacao, que contabilizaron un total de 1,134 g de semillas del mismo. Enseguida, se extrajo el endocarpio y otros residuos de la pulpa alrededor de las semillas, bajo un lavado abundante con agua y cepillado (de fibra dura) hasta el total desprendimiento de la pulpa, para remover cualquier residuo higroscópico que altere los valores de humedad total de las semillas. Posteriormente, se seleccionó de manera aleatoria 1,000 g de cacao para ser secados, y se dispuso de manera tal que formara una capa sobre la malla del dispositivo de secado.

Durante el periodo de prueba, la temperatura de la zona fue de 30°C (en promedio) y precipitaciones promedias de 5 mm, humedad relativa hasta del 42% y 12 h 15 min de luz diurna, de acuerdo a SMN (2015). El muestreo se realizó cada 12 h durante un periodo de cuatro días, donde se tomaron tres muestras diarias de 15 g de granos de cacao; y, posteriormente, se determinó el porcentaje de humedad total de las semillas de cacao, de acuerdo a la siguiente ecuación establecida en la Norma Técnica Ecuatoriana 0173 del Instituto Ecuatoriano de Normalización “Cacao en grano. Determinación de la humedad”:

En donde:

m_0 = masa de la cápsula, crisol o envase vacío (g)

m_1 = masa de la cápsula, crisol o envase con la muestra húmeda (g)

m_2 = masa de la cápsula, crisol o envase con la muestra seca (g)

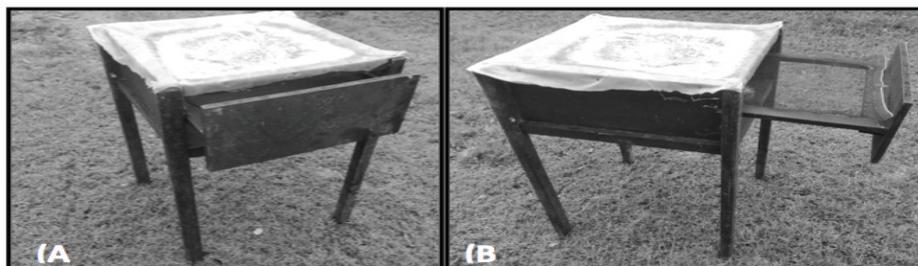
En cuanto a la construcción del dispositivo de secador solar, los materiales utilizados fueron los siguientes: una cajonera de cedro español (*Cedrela odorata*) de 80x80x80 cm, con un solo cajón hueco de 75x75x10 cm (costo de \$250 pesos mexicanos) que poseía un margen de cinco centímetros, cuyo espacio se aprovechó para colocar una malla fina (poros de 0.70 mm, costo de \$50 pesos mexicanos).

Por otra parte, se complementó el potencial de secado con una mezcla 1:1 de 2 kg, en total, de arena sílica (\$6 pesos/kg) y carbón vegetal (\$12 pesos/kg) ubicada en la parte baja de la cajonera. Finalmente, en la superficie de la cajonera (igualmente hueca) de unos 70x70 cm, se colocaron cuatro capas de plástico semiduro, reutilizados. El di-

seño final del secador solar tuvo un costo aproximado de \$500 pesos mexicanos, el cual se muestra en la figura 1.

Figura 1

Diseño final del secador solar directo con vista (A) frontal y (B) transversal.



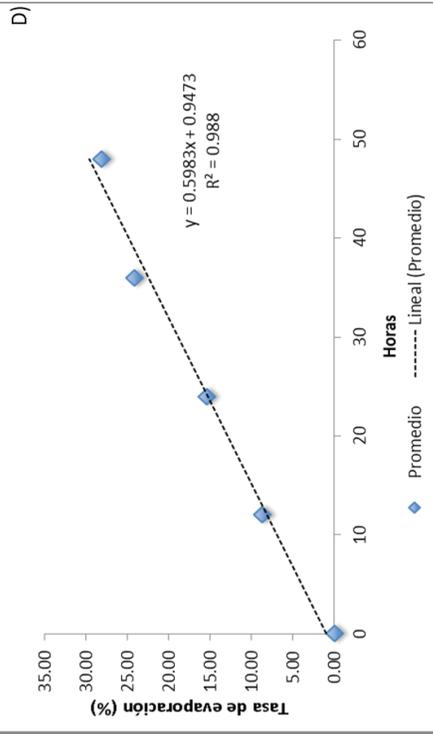
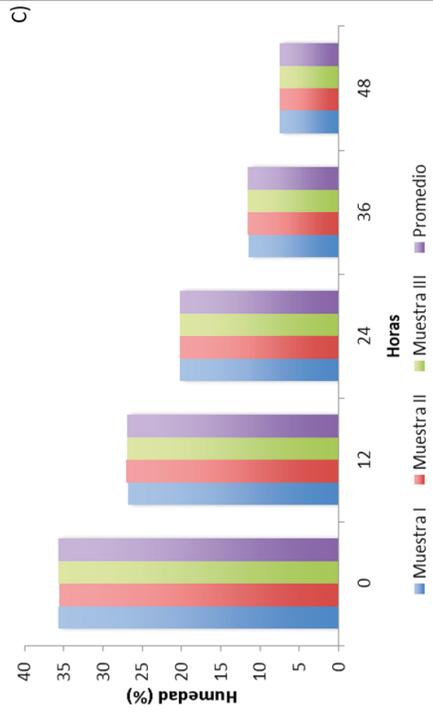
De manera general, el proceso de secado requirió de cuatro jornadas enteras de 12 h para un total de 48 h de tiempo de secado total.

En el cuadro 1 (puntos A y C), se observa que la humedad inicial de las muestras fue de un 35.67% en promedio, y descendió de manera exponencial hasta un 7.50%; siendo éste un valor aceptado por la legislación vigente en el territorio mexicano (NMX-F-352-S-1980). Por otra parte, en los puntos B y D, se observa cómo la tasa de desecación de las semillas aumenta de manera lineal durante todo el proceso hasta llegar a una pérdida del 28.17% de volumen final.

Los puntos A y B no muestran una diferencia significativa ($p \geq 0.05$) al comparar la cantidad de humedad persistente entre muestras, por lo que se asevera que el proceso se lleva a cabo de manera uniforme en todo el dispositivo. Estos resultados sugieren que el diseño experimental del secador solar propuesto es viable para la obtención de cacao seco, al obtener un porcentaje de humedad comercialmente aceptado; lo que denota el gran potencial de valorización y procesamiento que posee el dispositivo.

Cuadro 1
 Datos estadísticos obtenidos durante el proceso de deshidratación solar directa.

Tiempo	Humedad (%)				Desv. est.	Tiempo	Tasa de evaporación (%)				Desv. est.
	Muestra I	Muestra II	Muestra III	Promedio			Muestra I	Muestra II	Muestra III	Promedio	
0	35.68	35.61	35.71	35.67	0.051	0	0	0	0	0.000	
12	26.84	27.01	26.93	26.93	0.085	12	8.84	8.60	8.79	8.74	0.127
24	20.23	20.22	20.23	20.23	0.006	24	15.45	15.39	15.49	15.44	0.050
36	11.49	11.53	11.51	11.51	0.020	36	24.19	24.08	24.20	24.16	0.067
48	7.43	7.52	7.48	7.48	0.045	48	28.25	28.09	28.24	28.19	0.090



NOTA: A) Porcentaje de humedad, (B) Tasa de pérdida de humedad, (C) Porcentaje de humedad por muestra y (D) pérdida de humedad relativa.

La efectividad de obtener cacao seco (7.50% humedad) mediante un secador solar directo por medios térmicos y de aire caliente de tiro natural, como alternativa a métodos tradicionales, fue estudiado. A pesar de las temperaturas y la humedad registrada, el dispositivo de secado solar mostró resultados alentadores para su inserción como método de deshidratación con tiempos de secado óptimos y un producto comercial de acuerdo a sustentos legislativos. Si bien es cierto que el secador solar deja una ganancia neta de aproximadamente \$3 pesos/kilogramo seco (Toledo, 2014), además de ser portátil, de fácil manejo y poca inversión (\$500 por el prototipo diseñado) no se puede competir con las temperaturas y cantidades procesadas por los secadores mecánicos, como las Samoas a gas, comunes en el procesamiento de los granos de cacao.

Es por ello que, para generar ganancias mayores no sólo se recomienda realizar secadores de mayor tamaño, sino utilizar materiales que capten más el calor (aluminio, vidrio, etcétera), que ayuden a reducir la humedad en menos tiempo (zeolitas, etcétera) y utilizarlo en temporadas secas para aprovechar en mayor medida la insolación.

Literatura citada

- Álvarez, C.; Tovar, L.; García, H.; Morillo, F.; Sánchez, P.; Girón, C. y Farías de, A. (2010). Evaluación de la calidad comercial del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) usando dos tipos de fermentadores. *Revista científica UDO Agrícola*. 10(1): 76-87.
- Castañeda, A.; González, A.; Guzmán, R. e Ibarra, O. G. (2012). Desarrollo de un horno solar para el secado de plantas y vegetales usando control difuso. *Acta Universitaria* 22(3): 14-19.
- Cilias, C.; Machado, R. y Motamayor, J. (2010). Relations between several traits linked to sexual plant reproduction in *Theobroma cacao* L.: number of ovules per ovary, number of seeds per pod, and seed weight. *Tree Genetics & Genomes* 6(2): 219-226.
- Díaz, O.; Aguilar, J.; Rendón, R. y Santoyo, H. (2013). Current state of and perspectives on cocoa production in Mexico. *Ciencia e Investigación Agraria* 40(2):279-289.
- Espinosa, J.; Uresti, J.; Vélez, A.; Moctezuma, G.; Inurreta, H. y Góngora, S. (2015). Productividad y rentabilidad potencial del cacao (*Theobroma cacao* L.) en el trópico mexicano. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6(5): 1051-1063.
- Molnár, M. y Farkas, M. (2010). Social and economic impacts of climate change policies and measures: a case study. *International Journal of Social Sciences and Humanity Studies* 2(2): 73-79.
- Nogales, J.; Graziani, L. y Ortiz, L. (2006). Cambios físicos y químicos durante el secado al sol del grano de cacao fermentado en dos diseños de cajones de madera. *Agronomía Tropical* 56(1): 5-20.
- Ospina, D. y Tinoco, H. (2010). Análisis del proceso de deshidratación de cacao para la disminución del tiempo de secado. *Revista Escuela de Ingeniería de Antioquía* 13(5): 53-63.
- SMN. Servicio Meteorológico Nacional. (2016). *Temperaturas y lluvias*. http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=77 (Consultada el 13 de mayo de 2015).
- Toledo, L. (2014). *Análisis económico entre los dos métodos de secado de cacao* (*Theobroma cacao* L.): *el secado con Samoa y secado con secador solar*. http://siproduce.sifupro.org.mx/seguimiento/archivero/7/2013/anales/anu_288-25-2014-05-6.pdf (Consultada el 15 de julio de 2015).
- Piacentini, R. D. y Mujumdar, A. S. (2009). Climate change and drying of agricultural products. *Drying Technology* 27(5): 629-635.

Recibido: 30 de junio de 2015
Arbitraje: 12 de agosto de 2015
Dictamen: 11 de febrero de 2016
Aceptado: 09 de marzo de 2016

Evaluación de canales de bovinos machos engordados en sistemas silvopastoriles

Carcass evaluation of beef cattle males fattened on silvopastoral systems

**Jorge Iraola,* Luis M. Fraga,
Yenny García, Jorge L. Hernández y Osvaldo Tuero**

Instituto de Ciencia Animal (ICA)

Apartado Postal 24

San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

* Correspondencia: jiraola@ica.co.cu

Resumen

Se evaluaron 90 canales de tres ciclos productivos de bovinos machos, cebados en un sistema silvopastoril con inclusión de *Leucaena leucocephala*. Se utilizaron 30 animales por cada ciclo productivo: *Cebú*, *Cebú* mestizo y Mestizos lecheros *Holstein* x *Cebú*, con un peso vivo de sacrificio entre 399 y 420 kg. Se aplicó un modelo lineal mixto a partir de un PROC MIXED del SAS. Se consideraron, como efectos fijos: ciclo productivo, la interacción de la covarianza del peso al sacrificio con el ciclo productivo; y como aleatorios: el efecto del animal anidado dentro de ciclo productivo y el error residual. Se estudiaron los indicadores: peso sacrificio, peso de la canal caliente, peso de la canal fría, carne, hueso y grasa, el rendimiento de todas las partes de la canal. Se realizaron análisis de regresiones lineales relacionadas con el rendimiento cárnico con el programa estadístico INFOSTAT. Se encontraron diferencias ($P < 0.05$) entre ciclos productivos respecto de la canal y las demás partes. El tercer ciclo presentó el mayor porcentaje de hueso en la canal y menor rendimiento cárnico. Todos los ciclos productivos manifestaron un comportamiento lineal favorable

Abstract

Ninety carcass of three productive cycle of bovine males fattened on silvopastoral systems with inclusion of *Leucaena leucocephala* were evaluated. 30 animals for each productive cycle were used, *Zebu*, *Zebu* crosses, and *Holstein* x *Zebu* crossbreds, with slaughter weight between 399 and 425 kg. A linear mixed model was applied utilizing a PROC MIXED procedure of the SAS. There were considered as fixed effects, productive cycle and the covariables weight at slaughter within the productive cycle and as random was considered the animal nested into the productive cycle and the residual error. There were considered as indicators: slaughter live weight, hot and cold carcass weight, meat, bone and fat and yield of the all these carcass parts. There were performed simple linear regression analyses employing carcass yield with the INFOSTAT software. There were found differences ($P < 0.05$) between productive cycles regarding the whole carcass and other carcass parts. The third cycle showed the highest bone carcass percentage and lowest meat yield. Fattening cycles had a favorable linear perfor-

en silvopastoreo con leucaena. Se concluye que los ciclos 1 y 2 tuvieron mejor comportamiento en canal con respecto al tercer ciclo con los animales Mestizos lecheros; lo cual está asociado al plano de alimentación y el peso de sacrificio que condicionaron el rendimiento cárnico.

Palabras clave

Pastoreo, ganadería tropical, rendimiento cárnico, Cebú, *Leucaena leucocephala*.

mance with the leucaena silvopastoral system. It was concluded that cycles 1 and 2 had better behavior in carcass with respect to the third cycle with the crossbred milking animals, which could be associated with feeding and weight at slaughter.

Keywords

Grazing, tropical cattle, meat yield, Zebu, *Leucaena leucocephala*.

Introducción

Desde la década de los años sesentas del siglo XX, la ganadería cubana priorizó la producción de leche vacuna y pasó a un segundo plano la producción de carne de res. Se realizaron importaciones de razas europeas y se cruzaron con el *Bos indicus*, que fue la raza predominante con anterioridad al periodo mencionado (Pérez, 2002). En consecuencia, se incrementó el mestizaje en la masa vacuna, aproximadamente hasta un 80% con diferentes gradaciones Holstein x Cebú y una menor proporción de razas especializadas para la producción de carne (Menéndez *et al.*, 2006; Espinoza *et al.*, 2007; Espinoza *et al.*, 2008).

Por otra parte, la producción de carne bovina se realiza, principalmente, en condiciones de pastoreo de gramíneas naturales y mejoradas, con y sin suplementación. Sin embargo, algunos autores, como Iglesias *et al.* (2007), Díaz (2008) e Iraola *et al.* (2014), demostraron —desde el punto de vista productivo y económico— las ventajas que pueden ofrecer los sistemas silvopastoriles con leucaena, para obtener adecuadas producciones de carne vacuna, con genotipos Cebú mestizo y mestizos lecheros (Holstein x Cebú).

En Cuba, no existe un sistema de calificación de canales de vacunos, lo cual limita un correcto ajuste de los precios de compra y venta del ganado en la base de la cadena productiva, valores que están determinados por la resolución vigente del Ministerio de Finanzas y Precios de Cuba (2007) respecto de la compra-venta del ganado de res. Esta resolución permitió elevar los precios de venta en pie, pero no diferenció el pago por el rendimiento o la calidad de las canales; lo cual pudiera estimular aún más la producción de carne de res, en sistemas tecnológicos con bajos costos, como los sistemas silvopastoriles (Iraola, 2014).

El objetivo de esta investigación fue evaluar las canales de toros Cebú y sus cruces en silvopastoreos con *Leucaena leucocephala*.

Materiales y métodos

Se realizó la investigación en el Frigorífico Cárnico del Instituto de Ciencia Animal (ICA), de Cuba, localizado a 22° 53' de latitud norte y los 82° 01' de longitud oeste y 92 msnm. Se evaluaron 90 canales provenientes de tres ciclos productivos de bovinos de

engorde, 30 por cada uno; de grupos genéticos Cebú, Cebú mestizo y Mestizos lecheros, con un rango de peso vivo de sacrificio entre 399-420 kg y edad entre 26 y 28 meses. Los animales fueron engordados en un sistema silvopastoril perteneciente al ICA, de 50 hectáreas, con diferentes niveles de inclusión de leucaena durante tres años de transformación, sin detener su proceso productivo; lo que permitió incrementar la carga animal gradualmente (Iraola, 2014) (cuadro 1).

Cuadro 1
Características de cada ciclo productivo y ganancia media diaria (GMD).

<i>Ciclos productivos por año</i>	<i>Genotipo, total y carga animal</i>	<i>GMD, g/día (DE)</i>
<i>Primer ciclo:</i>		
Gramíneas + (20%) de leucaena + DDGS (2 kg.animal ⁻¹ .día ⁻¹)	Cebú (74 animales, 1.40 animal.ha ⁻¹)	648 (0.10)
<i>Segundo ciclo:</i>		
Gramíneas + (40%) de leucaena sin suplementación	Cebú mestizos (80 animales, 1.60 animal.ha ⁻¹)	769 (0.09)
<i>Tercer ciclo:</i>		
Gramíneas + (50%) de leucaena sin suplementación	Mestizos lecheros (Holstein x Cebú, 90 animales, 1.80 animal.ha ⁻¹)	682 (0.11)

DDGS: suplementación con granos de destilería; DE: desviación estándar.

Los animales se compraron con pesos vivos promedios entre 200 kg y 233 kg, con edades comprendidas entre 16 y 18 meses y un grupo genético diferente por año, de acuerdo a la oferta disponible en el mercado de las empresas pecuarias. El tiempo promedio de engorde fue de 10 meses, los cuales pastaron en un solo grupo por cada ciclo productivo, durante 24 h todo el tiempo.

Una vez alcanzado el peso de sacrificio en cada ciclo productivo —de acuerdo a los intereses del Instituto para la comercialización de la carne— los animales se trasladaron hacia el frigorífico, siempre durante las mañanas; y se cumplieron las normas técnicas establecidas. Se pesaron y mantuvieron 24 horas en ayuno, con acceso a agua y sombra. El sacrificio se realizó por inserción de la médula en su parte basal con una puntilla. Al terminar el faenado se pesaron inmediatamente las canales calientes; el peso en frío se obtuvo 24 horas después de su conservación a 4°C. Se efectuó el corte pistola, según la metodología descrita por Willis y Preston (1967) en todas las canales.

Procedimiento matemático: Se aplicó un modelo lineal mixto (PROC MIXED del SAS, 2007; versión 9.1); donde se consideraron, como efectos fijos: ciclo productivo, la interacción de la covarianza del peso al sacrificio con el ciclo productivo; y como aleatorios: el efecto del animal anidado dentro de ciclo productivo y el error residual. La covariable se introdujo para ajustar la variación intra-grupo genético del peso vivo al sacrificio, cuya interacción asumiría un ajuste particular para cada ciclo productivo y mantener los pesos

al sacrificio acordes con los resultados del crecimiento alcanzados por cada ciclo. El modelo empleado fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + a_k(T_i) + T_i * \beta_j(x_k - \bar{x}_k) + e_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = valor de los indicadores medidos

μ = media general o intercepto

T_i = efecto del i-ésimo ciclo productivo ($i=1, \dots, 3$)

$T_i * \beta_j (x_k - \bar{x}_k)$ = efecto de la interacción de j-ésima covarianza ($j=1, 2, 3$) del peso al sacrificio del ciclo productivo ($i=1, 2, 3$)

$a_k(T_i)$ = efecto aleatorio del k-ésimo animal anidado en el i-ésimo ciclo productivo ($k=1, 2, \dots, 30$)

e_{ijkl} = error aleatorio asociado a las observaciones

Se determinaron los siguientes indicadores por ciclo productivo: peso vivo sacrificio (PVS), peso de la canal caliente (PCC), peso de la canal fría (PCF), carne, hueso y grasa total; así como la relación carne total-hueso y carne total-grasa. Se estimó, porcentualmente, el rendimiento de la canal caliente (RCC) y fría (RCF) respecto del peso vivo, el porcentaje de merma, hueso y grasa respecto de la canal fría.

Se efectuaron análisis de regresiones lineales (otras se desestimaron), relacionadas con el rendimiento cárnico en las condiciones específicas de investigación para predecir el rendimiento de la canal y sus partes; donde se utilizó, como variable independiente, el peso vivo; y como variables dependiente, PCC, PCF, carne total, grasa y hueso.

Se llevó a cabo el análisis de varianza según los indicadores de la canal para los efectos que resultaron significativos en el modelo ($P < 0.05$); se aplicó la prueba de comparación múltiple para las medias mínimo cuadráticas, según la dócima de Tukey-Kramer (Kramer, 1956). Los datos se analizaron con la ayuda del *software* SAS (2007) versión 9.1. Las regresiones lineales se procesaron a través del programa estadístico INFOSTAT (2001) y de la dócima de Duncan (1955).

Resultados

En el cuadro 2, se muestran los resultados de cada ciclo productivo. Se encontraron diferencias ($P < 0.05$) para los ciclos productivos 1 y 2, respecto del tercer ciclo en todos los indicadores evaluados. Este comportamiento estuvo relacionado con menor peso de sacrificio, las diferencias genéticas y el menor peso de la canal en el tercer ciclo.

Cuadro 2
Resumen de las comparaciones de canales para los tres ciclos productivos.

<i>Variables</i>	<i>Primer ciclo</i>	<i>Segundo ciclo</i>	<i>Tercer ciclo</i>	<i>EE ± y Sign.</i>
PVS, kg	420.00 ^a	419.40 ^a	399.00 ^b	1.08 (***)
PCC, kg	220.57 ^a	220.60 ^a	205.50 ^b	0.50 (***)
PCF, kg	216.38 ^a	216.19 ^a	201.39 ^b	0.60 (**)
Carne total, kg	147.30 ^a	145.80 ^a	135.30 ^b	0.61 (***)
Hueso, kg	51.30 ^a	51.90 ^a	49.50 ^b	0.11 (***)
Grasa, kg	21.10 ^a	17.00 ^b	15.90 ^b	0.20 (**)

PVS: peso vivo de sacrificio; PCC: peso canal caliente; PCF: peso canal fría; ^{ab}Medias con superíndices diferentes indican diferencias significativas, $P < 0.05$ (Tukey-Kramer).

*** $P < 0.001$, ** $P < 0.01$.

Porcentualmente, el rendimiento de la canal entre ciclos fue similar (cuadro 3). No obstante, los valores obtenidos del rendimiento de la canal fueron un indicador del proceso de engorde en silvopastoreo con leucaena; y estuvieron condicionados por el peso vivo de sacrificio, lo que conllevó a que los animales —en el tercer ciclo— presentaran menor rendimiento de la canal.

El rendimiento de la carne comestible se comportó de igual manera que el rendimiento de la canal. Por su parte, el proceso de sacrificio y refrigeración, de acuerdo a las normas establecidas en este frigorífico, indicaron rangos de mermas entre 1.90-2%. Los porcentajes estimados de hueso, para estos genotipos, superaron en todos los casos el 20%. El mayor porcentaje de grasa respecto de la canal fue superior en 2.70 puntos porcentuales en el primer ciclo respecto de los otros ciclos, que tuvieron un porcentaje de grasa similar. La relación carne-hueso evidenció valores similares entre los ciclos evaluados con edades inferiores a los 30 meses. No obstante, para los valores de carne-grasa se apreció una mejor relación tanto en el primero como en el segundo ciclo.

Cuadro 3
Estimados de rendimiento de la canal, hueso y grasa.

<i>Variables</i>	<i>Primer ciclo</i>	<i>Segundo ciclo</i>	<i>Tercer ciclo</i>
Rendimiento canal fría,%	51.50	51.50	50.40
Rendimiento carne comestible,%	66.60	66.10	65.90
Pérdida de refrigeración, %	1.90	2	2
Hueso,%	23.70	24	24.60
Grasa,%	10.60	7.90	7.90
Carne:hueso	2.80	2.80	2.70
Carne:grasa	6.90	7	7.80

Las regresiones lineales presentaron significación para todos los indicadores en el primer ciclo. El coeficiente de determinación presentó valores por encima de 0.80, para los casos de RCC, RCF, carne total. Y se encontraron R^2 más bajos aunque significativos, en los indicadores de grasa y hueso (cuadro 4).

Cuadro 4
Ecuaciones de regresiones lineales, R^2 y significación
para los componentes de la canal en el primer ciclo productivo.

<i>Ecuaciones lineales y (EE ±)</i>	<i>Variables dependientes, kg</i>	<i>Variable independiente, kg</i>	<i>R² y Sig.</i>
$Y=7.51 + 0.54x (0.05)$	Canal caliente	PV sacrificio	0.87***
$Y=17.36 + 0.55x (0.05)$	Canal fría	PV sacrificio	0.88***
$Y=4.91 + 0.33x (0.04)$	Carne total	PV sacrificio	0.81***
$Y=29.07 + 0.13x (0.03)$	Grasa	PV sacrificio	0.44**
$Y= 20.65 + 0.09x(0.02)$	Hueso	PV sacrificio	0.30**

EE: error estándar; *** $P < 0.001$; ** $P < 0.01$.

En el cuadro 5, se reflejan las ecuaciones de regresión lineal para el segundo ciclo y no se detectaron diferencias marcadas respecto del primer ciclo, al utilizar el peso vivo como variable independiente.

Se observaron R^2 de 0.88 y significativo para la canal caliente, fría y carne total. La grasa y el hueso tuvieron valores bajos de significación, 0.23 y 0.09, respectivamente; y en el caso del hueso, no fue significativo.

Cuadro 5
Ecuaciones de regresiones lineales, R^2 y significación
para los componentes de la canal en el segundo ciclo productivo.

<i>Ecuaciones Lineales (EE ±)</i>	<i>Variables dependientes, kg</i>	<i>Variable independiente, kg</i>	<i>R² y Sig.</i>
$Y=26.7+0.59x (0.05)$	Canal caliente	PV sacrificio	0.88 ***
$38.4+0.61x (0.06)$	Canal fría	PV sacrificio	0.88 ***
$Y=27.3+0.28x (0.03)$	Carne total	PV sacrificio	0.82 ***
$Y=33.5 + 0.13x (0.06)$	Grasa	PV sacrificio	0.23*
$Y= 20.84+0.07x (0.05)$	Hueso	PV sacrificio	0.09

EE: error estándar; * $P < 0.05$; *** $P < 0.001$.

Finalmente, en el cuadro 6, se destacan las ecuaciones de regresión lineal para el tercer ciclo. Se observó que los resultados son relativamente similares a los encontrados en los ciclos analizados con anterioridad.

Cuadro 6
Ecuaciones de regresiones lineales, R^2 y significación
para los componentes de la canal en el tercer ciclo productivo.

<i>Ecuaciones lineales (EE ±)</i>	<i>Variables dependientes, kg</i>	<i>Variable independiente, kg</i>	<i>R² y sig.</i>
$Y=52.32+0.38x$ (0.04)	Canal caliente	PV sacrificio	0.82***
$Y=47.85+0.39x$ (0.05)	Canal fría	PV sacrificio	0.76***
$Y=20.53+0.30x$ (0.04)	Carne total	PV sacrificio	0.79***
$Y=3.22 + 0.05x$ (0.02)	Grasa	PV sacrificio	0.17
$Y= 28.56+0.05x$ (0.03)	Hueso	PV sacrificio	0.18

EE: error estándar; *** $P < 0.001$.

Para grasa y hueso, se obtuvieron valores muy bajos y no fueron significativos. No obstante, el peso vivo de sacrificio explicó adecuadamente la relación con la canal caliente, fría y carne comestible, pero no presentaron adecuados ajustes para hueso y grasa. Sin embargo, las ecuaciones obtenidas en este trabajo —para predecir el rendimiento de las canales— no deben ser consideradas concluyentes para ser aplicadas en la práctica productiva.

Discusión

El peso de las canales y sus partes en los ciclos productivos evaluados, estuvieron condicionados fundamentalmente por el peso vivo de sacrificio, ajustado para cada grupo racial, así como por las inherentes diferencias genéticas. No obstante, el ritmo de crecimiento logrado, estuvo dentro de los rangos esperados para la ceba bovina de estos genotipos en silvopastoreos con leucaena, definidos por Iglesias *et al.* (2006) y Díaz (2008).

El crecimiento de los animales en estas condiciones de manejo y alimentación, determinado con pesajes mensuales, manifestaron un comportamiento lineal, sin fases de mesetas pronunciadas al concluir cada ciclo productivo por año (cuadro 1), lo que indica la posibilidad de incrementar el peso de sacrificio (Iraola *et al.*, 2015).

Por su parte, la edad de sacrificio estuvo condicionada al proceso productivo comercial de cada ciclo y tuvo influencia entre grupos; lo cual pudiera ayudar a explicar, en el tercer ciclo, el peso de sacrificio y el rendimiento de la canal observada. Di Marco (1994) argumentó que los animales de biotipos grandes con mayor proporción de genes de Holstein tienen una madurez tardía y se deben sacrificar con pesos superiores a los logrados en este estudio, para garantizar un mejor rendimiento cárnico, de acuerdo a los genotipos utilizados.

Similares resultados en silvopastoreo con leucaena, para las diferentes partes que integran la canal con estos genotipos en Cuba, fueron descritos por Díaz *et al.* (2009, 2013); y en condiciones de estabulación, por Rodríguez *et al.* (2011, 2012). Todos estos resultados, conjuntamente con los presentados, corroboraron lo planteado por Valdés y Planas (1999) e Iglesias *et al.* (2015) que el peso de sacrificio con animales Cebú y sus

cruces en pastoreo, debe ser cercano a los 450 kg, lo que incrementaría el rendimiento cárnico y representaría mayores ingresos económicos.

Los porcentajes de rendimiento de la canal y carne comestible fueron inferiores a los resultados encontrados por Díaz *et al.* (2009), en silvopastoreo con leucaena hasta el 100% del área, con animales más pesados al sacrificio, pero tampoco mostraron diferencias marcadas entre genotipos. En lo referente al porcentaje de hueso, Quintana (2005a;b) y Lemus (2009) argumentaron que el peso de los huesos para animales Cebú y Cebú mestizos, generalmente, pueden oscilar en un rango entre 16 y 21% en las condiciones de Cuba. No obstante, estos valores son superiores a lo informado por Di Marco (2012), quien planteó que —como promedio— el porcentaje de hueso respecto a la canal debe oscilar entre 14 y 17%, de acuerdo al genotipo y el peso de sacrificio de los animales, para obtener una mayor productividad en el rendimiento cárnico.

El mayor porcentaje de grasa en los animales del primer ciclo, pudiera atribuirse a que fueron sacrificados con más edad y recibieron una suplementación con DDGS, considerado un alimento rico en energía y alto porcentaje de proteína (28%) (Fischer 2007), utilizado para suplir el déficit de proteína en el primer año —de acuerdo a los ejercicios de balances alimentarios realizados para cada ciclo productivo— para ganancias estimadas entre 600 y 700 g por día (Iraola, 2014). El comportamiento, en los restantes grupos sin suplementación, es considerado normal de acuerdo con los resultados informados por Rodríguez *et al.* (2012) y Michelena *et al.* (2012). Por su parte, las condiciones de refrigeración no afectaron las mermas en la canal y son consideradas adecuadas, según Lawrie (1998) y Gastón *et al.* (2010).

Las relaciones estimadas carne-hueso, en esta investigación, fueron inferiores a las descritas por Preston y Willis (1970) para diferentes razas y genotipos. Si se pretende lograr mayores rendimientos de músculos de primera y carne comestible —durante el engorde de estos genotipos en silvopastoreos con leucaena, con una menor proporción de hueso— se debería garantizar una ganancia media diaria cercana o superior a los 900 g; lo cual permitiría un incremento del peso vivo de sacrificio y edades muy cercanas a los 24 meses.

Los indicadores expresados, los rendimientos y las relaciones calculadas, indicaron un bajo rendimiento cárnico. En consecuencia, se infiere que podría traer consigo afectaciones económicas. Numerosos trabajos mencionan la influencia de la dieta, el peso de sacrificio y la edad en la deposición de grasa y la calidad de la canal, pero los animales alimentados con dietas fibrosas sin suplementación, por lo general, tienen bajo coeficiente de grasa en la canal, debido a que tienen mayor proporción de AGCC acético-propiónico; lo que provoca una mayor pérdida tanto de energía como de calor (Garret y Johnson, 1983).

Estos resultados evidenciaron que, para aumentar el peso de la canal, así como su rendimiento y mejorar la relación carne-hueso en silvopastoreo con leucaena, se pudieran sacrificar con pesos superiores y edades cercanas a los 24 meses.

Los sistemas silvopastoriles para la ceba vacuna, pudieran ser utilizados convenientemente para lograr estos objetivos. Sin embargo, en la práctica social de la ganadería cubana, resulta difícil; debido a que predomina el pastoreo de gramíneas naturales y, por lo general, los bovinos machos llegan a la fase de preceba entre los 150 y 220 kg PV con

edades superiores a los 20 meses; donde tienen un plano de alimentación muy bajo y una vez que pasan a la fase de crecimiento-ceba, las ganancias medias diarias en pastoreo no rebasan como promedio los 300 g (Valdés *et al.*, 2001; Valdés, 2011).

En consecuencia, se ven afectados los indicadores de rendimiento y calidad de la canal, con pesos promedios de sacrificio inferiores a los 380 kg PV y edades superiores a los 38 meses, lo cual trae consigo una baja productividad. Relacionado con la producción de carne de res —según FAOSTAT (2013)— desde 1990 a la fecha, los niveles de producción descendieron un 47% y menos de 100,000 toneladas anuales.

En lo concerniente a las ecuaciones de regresión, el peso vivo de sacrificio influyó en el peso de la canal y su rendimiento; lo cual confirmó que se explique esta relación como un comportamiento lineal en animales sacrificados con pesos vivos menores a 450 kg. Éstos y otros aspectos se discuten y analizan en la literatura científica, desde los trabajos de Field y Schoonover (1967), Preston y Willis (1970), Molina (1977), Molina (1990); y, recientemente, Díaz (2008), Lemus (2009), Iraola *et al.* (2014).

Por tanto, este comportamiento pudo estar asociado al peso medio de sacrificio de los animales, sujeto a los intereses comerciales. Valores muy similares en animales Cebú fueron descritos por Michelena *et al.* (2012); pero con diferentes sistemas de alimentación, mayores rangos de peso de sacrificio y edad que los animales sacrificados en esta investigación.

Estos resultados le confieren a la utilización de los sistemas silvopastoriles, en las condiciones actuales de la ganadería cubana, una variante tecnológica que debe constituir nuevamente un pensamiento de proyección en el segmento ganadero, tanto para los productores, investigadores y la dirección de ganadería nacional. Por tanto, de acuerdo con Milera (2010) se precisan de medidas necesarias y urgentes para el rescate y empleo de los sistemas silvopastoriles en Cuba.

También, se concuerda con lo citado por otros autores en otros contextos, de que los sistemas silvopastoriles constituyen una opción adecuada para lograr una ganadería sostenible (Murgueitio *et al.*, 2011; Cuartas *et al.*, 2014). Su eficiente manejo y el empleo de recursos locales (residuos agroindustriales y agrícolas), pueden constituir una solución al “problema” del macho lechero en Cuba y aminorar sus desventajas, para aprovechar la mayor población de cabezas, con relación a otros genotipos (Espinoza *et al.*, 2008).

Rediseñar los sistemas, introducir sombras, leguminosas y suplementar con recursos locales, parecen ser alternativas viables para cebar el macho lechero, conjuntamente con las demás razas existentes en el país; de manera que contribuyan a incrementar, definitivamente, la producción de carne vacuna con niveles de producción entre 150,000 y 250,000 t de carne comestible anualmente, para un consumo per cápita de 6 kg por habitante. Para lograrlo, se precisa de proyección única entre productores y decisores de políticas agrarias. Por consiguiente, son necesarios nuevos estudios con un mayor número de animales con estos genotipos y diferentes condiciones de manejo y alimentación, para contribuir a la clasificación de canales y mayor rendimiento cárnico de vacunos en Cuba.

Conclusiones

Los ciclos 1 y 2 tuvieron mejor comportamiento en canal con respecto al tercer ciclo con los animales mestizos lecheros; lo cual está asociado al plano de alimentación y el peso de sacrificio que condicionaron el rendimiento cárnico.

Recomendaciones

Se sugiere continuar este estudio con una mayor cantidad de animales y canales, que representen estos genotipos; los cuales, actualmente se destinan a la producción de carne en Cuba, y así, adecuar mejor las ecuaciones de regresión para predecir el rendimiento de la canal y sus partes con estos genotipos.

Agradecimientos

Se agradece al Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente de Cuba (CITMA), por la financiación del proyecto: Tecnología para la producción de carne de res en silvopastoreos diversificados, dentro del cual se realizó la investigación. Además, agradecemos al Frigorífico Cárnico Experimental y al Departamento de Biomatemática del Instituto de Ciencia Animal de Cuba (ICA), por facilitar el trabajo y la presteza de su colaboración.

Literatura citada

- Cuarta, C.A.; Naranjo, J.F.; Tarazona, A. M.; Murgueitio, E.; Chará, J. D.; Ku Vera, J.; Solorio, F.; Flores, M.; Solorio, B. y Barahona, R. (2014). Contribution of intensive silvopastoral systems to the adaptation and mitigation of climate change. *Rev. Colomb. Cienc. Pecu.* 27(2): 76-94.
- Di Marco, O. N. (1994). *Crecimiento y respuesta animal*. Asociación Argentina de Producción Animal. Informe técnico. 128 pp.
- Di Marco, O. N. (2012). *Nutrición y fisiología de rumiantes*. En: Curso Iberoamericano de producción y calidad de la carne. Instituto de Ciencia Animal, Mayabeque, Cuba. 10 pp.
- Díaz, A. (2008). *Producción de carne bovina en pastoreo con gramíneas y leguminosas*. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal, Cuba.
- Díaz, A.; Castillo, E.; Martín, P. C. y Hernández, J. L. (2009). Ceba de toros mestizos lecheros, en silvopastoreo con leucaena, acceso a banco de biomasa y suplemento activador del rumen. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 43(3): 235-238.
- Díaz, A.; Castillo, E.; Martín, P. C.; Hernández, J. L. y Sarduy, L. (2013). *Resultados productivos, calidad de las canales e impacto económico de la ceba de toros mestizos lecheros, en silvopastoreo con leucaena*. IV Congreso Internacional de Producción Animal Tropical y XXIII Reunión de la ALPA. La Habana: Instituto de Ciencia Animal. En: Díaz, M. F. y Herrera, R. Editores. pp. 1667-1677.
- Duncan, D.B. (1955). Multiple ranges and multiple F. test. *Biometrics*. 11: 1-42.
- Espinoza, J.L.; Palacios, A.; de Luna, R.; Ávila, N.; Guerra, D.; González-Peña, D.; Rodríguez, F. y Mellado, M. (2007). Componentes de (co) varianza para caracteres de crecimiento y reproducción en ganado Cebú en Cuba. *Arch Zootec.* 56(216): 919-927.
- Espinoza, J. L.; Palacios, A.; Guerra, D.; González, D.; Ortega, R. y Rodríguez, F. (2008). Comparación de dos modelos para la estimación de parámetros y valores genéticos del peso en ganado Cebú. *Agrocien-cia*. 42(1): 29-36.
- FAOSTAT. (2013). *Ganadería primaria, producción de carne vacuna en Cuba*. Disponible en la red mundial en: <http://faostat.fao.org> (Consultada el 25 de marzo de 2015).
- Garret, W. N. y Johnson, D. E. (1983). Nutritional energetics of ruminants *J. Anim. Sci.* 57(2): 478-497.

- Gastón, R.; Urrutia, T.; Escalantea, A.; Gustavo, M.; Paz, R. y Pardo, D. A. (2010). Caracterización de canales y de carne de bovino de animales engordados en la zona centro de Sonora. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 1(2): 157-168.
- Field, R. A. y Schoonover, C. D. (1967). Equation for comparing longissimus dorsi areas in bulls of different weights. *J. Anim. Sci.* 26(4): 709-712.
- Fischer, M. (2007). Distillers workshop. October 1st-5th. Iowa Corn Mission Havana. Institute of Animal Science. Cuba.
- Iglesias, J.M.; García, L. y Toral, O. (2015). Comportamiento productivo de diferentes genotipos bovinos en una finca comercial. *Ceba final. Pastos y Forrajes.* 38(2). 185-193.
- Iglesias, J.; Milera, M.; Simón, L.; Hernández, E.; Castillo, E. y Ruiz, T. E. (2007). Sistemas silvopastoriles para producir carne vacuna. *Rev. Cubana Prod. Anim.* 3(1): 50-52.
- Iglesias, J. M.; Simón, L.; Hernández, D.; Hernández, I.; Milera, M.; Castillo, E. y Sánchez, T. (2006). Sistemas agroforestales en Cuba: algunos aspectos de la producción animal. *Pastos y Forrajes.* 29(3): 217-235.
- INFOSTAT. (2001). *Software estadístico. Manual de usuario.* Versión 1. Córdoba, Argentina.
- Iraola, J. (2014). *Rediseño y manejo de un arreglo agroforestal para mejorar la capacidad de carga biológica con ganado de engorde.* Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal, Mayabeque. Cuba.
- Iraola, J.; García, Y.; Muñoz, E.; Fraga, L. M.; Barros-Rodríguez, M.; Hernández, J. L. y Moreira, E. (2015). Modelación de peso vivo por edad de bovinos de engorde en silvopastoreo con leucaena. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 47(3): (En edición).
- Iraola, J.; Muñoz, E.; García, Y.; Hernández, J. L. y Moreira, E. (2014). *Estrategia ecológica de rediseño para la recuperación de pasturas degradadas en un sistema agrosilvopastoril de engorde bovino.* III Convención Internacional. Agrodesarrollo 2014. Varadero, Cuba. En: J. M. Iglesias, J. Suárez y N. Armengol (Eds.), pp. 1040-1043.
- Kramer, C. Y. (1956). Extension of multiple range tests to group means with unequal numbers of replications. *Biometric.* 12: 307-310.
- Lawrie, R. A. (1998). *Ciencia de la carne.* Editorial Acribia. España. 384 pp.
- Lemus, A. (2009). *Factores determinantes en el rendimiento y composición de la canal bovina en la Agropecuaria MININT de Pinar del Río.* Tesis presentada en opción al grado de Máster en Ciencias de la producción con ruminantes. Instituto de Ciencia Animal, Cuba.
- Menéndez, A.; Guerra, D.; Planas, T. y Ramos, F. (2006). Factors affecting the growth of young bulls of the Zebu breeds in the performance test in grazing conditions. *Cuban J. Agric. Sci.* 40(1):371-377.
- Michelena, J.; Martín, P.; Díaz, A.; Rodríguez, D.; Sánchez, L.; Martínez, E.; Tuero, O. y Hernández, J. L. (2012). *Informe final de Proyecto: Efecto de la edad, peso de sacrificio y grupo racial sobre el rendimiento y composición de la canal de toros de ceiba.* Código 0436. Financista PTCT CITMA. Instituto de Ciencia Animal. Habana, Cuba. 33 pp.
- Milera, M. (2010). Mitigar el cambio climático a partir de sistemas de producción agroforestales. *Rev. Cub. Produc. Animal.* 4(3): 38-40.
- Ministerio de Finanzas y Precios de Cuba. (2007). Precio de acopio del ganado bovino en pie a las UBPC, CPA, CCS, otros productores y entre empresas. Resolución 153/2007. La Habana, Cuba. Sp.
- Molina, A. (1977). Comportamiento en cebadero y rasgos de la canal de toros Santa Gertrudis y Charoláis X Brahman, cebados con forraje verde, miel final o concentrado. *Rev. Cubana Cien. Agric.* 11(3): 277-287.
- Molina, A. (1990). *Producción de carne en el trópico.* EDICA. Cuba. 265 pp.
- Murgueitio, E.; Calle, Z.; Uribe, F.; Calle, A. y Solorio, B. (2011). Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecol. Manag.* 261(10): 1654-1663.
- Pérez, R. (2002). *La ganadería cubana en transición.* Disponible en la red mundial en: <http://www.fao.org> (Consultada el 20 de julio de 2015).
- Preston, T. R. y Willis, B. (1970). *Producción intensiva de carne.* Edición Revolucionaria, Habana, Cuba. 621 pp.
- Quintana, F. y Díaz, J. (2005a). La canal bovina. I. Características. *Rev. Cubana Prod. Anim.* 24(1): 47-49.
- Quintana, F. y Díaz, J. (2005b). La canal bobina. II. Rendimiento, calidad y comercialización. *Rev. Cubana Prod. Anim.* 24(2): 52-55.

- Rodríguez, D.; Martín, P. C.; Tuero, O. y Sarduy, L. (2011). Caracterización de las canales de toros mestizos Holstein alimentados con dietas completas de forrajes de caña de azúcar y *Pennisetum purpureum* vc. CT-115. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 45(4): 369-374.
- Rodríguez, D.; Martín, P. C.; Alfonso, F.; Tuero, O. y Sarduy, L. (2012). Efecto de dos sistemas de alimentación en el rendimiento y composición de las canales de toros mestizos Holstein. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 46(1): 36-39.
- SAS. (2007). *SAS User's guide: Statistics*. Version 9.1.3. SAS. Institute. INC, Cary, N.C., USA.
- Valdés, G. (2011). *Manual de ceba bovina*. Ed. Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA). Cuba. 36 pp.
- Valdés, L.; Espinosa, E.; Jordán, H.; Horta, S.; Ramos, F. y Rivalta, F. (2001). Programa estratégico de ganadería vacuna. Subprograma de carne. Producción de carne de res con bajos costos y buena calidad. MINAG. Sp.
- Valdés, G. y Planas, T. (1999). Dígame: ¿Cuál es el mejor peso para el sacrificio en bovinos. *Rev. Cubana Prod. Animal.* 18(2): 50-51.
- Willis, M. B. y Preston, T. R. (1967). Some aspects of performance-testing in the Charolais breed. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 1(1): 21-28.

Recibido: 23 de septiembre de 2015

Arbitraje: 20 de octubre de 2015

Dictamen: 16 de mayo de 2016

Aceptado: 6 de julio de 2016

Bovinos machos en pastoreo restringido complementados con caña de azúcar y maíz[♦]

Bovine males in restricted pastures supplemented with sugar cane and corn

Jorge Iraola,* Yenny García y Jorge L. Hernández

Instituto de Ciencia Animal (ICA)
Apartado Postal 24
San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

* Correspondencia: jiraola@ica.co.cu

♦ Nota técnica

Resumen

Se evaluó el comportamiento productivo de bovinos machos en pastoreo restringido de gramíneas tropicales y leguminosas herbáceas complementados con energía. Se utilizaron 24 añejos mestizos lecheros durante el periodo seco. Se realizó análisis de varianza según diseño completamente aleatorizado con dos tratamientos. Se determinaron algunos indicadores productivos. Se encontró diferencia para la ganancia media diaria en el tratamiento con mayor inclusión de caña de azúcar. Se concluye que el pastoreo restringido de leguminosas herbáceas con complementación energética durante el periodo seco, garantizó adecuado comportamiento productivo y ganancias a favor del tratamiento con mayor nivel de caña de azúcar.

Palabras clave

Ganadería, pastoreo, bovinos de carne, leguminosas, ganancia media diaria.

Abstract

Twenty four yearlings males were used during the dry period to evaluate their productive behavior during the restricted grazing of tropical pastures of gramineous and leguminous herbaceous supplemented with energy. An analysis of variance was performed with two treatments according to a completely randomized design. Daily body weight gain was different ($P < 0.05$) in favor of the treatment with a higher level of inclusion of sugar cane. It is concluded that the restricted grazing of leguminous herbaceous with energy complementation during the dry period, guaranteed appropriate productive behavior and earnings in favor of the treatment with more level of sugar cane.

Keywords

Cattle, shepherd, meat cattle, leguminous, daily half gain.

Diferentes trabajos citados en la literatura científica aseveran las ventajas productivas, ecológicas y económicas —con la introducción de leguminosas herbáceas en sistemas de pastoreos de gramíneas— como proceso tecnológico destinado a la producción de carne vacuna (Ruiz *et al.*, 2005; 2015). Las investigaciones realizadas por Díaz *et al.* (2011, 2013), corroboraron dichas ventajas mencionadas para bovinos machos jóvenes en pastoreo, durante 24 horas, con y sin suplementación.

Sin embargo, diferentes cuestiones prácticas relacionadas con la seguridad y la protección de los animales, conlleva a numerosos productores a restringir el pastoreo de sus animales al horario diurno solamente. En este sentido, se conoce que las variaciones en el consumo y modificaciones en los patrones de alimentación, para animales en pastoreo, determinan la eficiencia productiva y afectan la ganancia individual en animales destinados a la producción de carne bovina (Mejía, 2002; Iraola *et al.*, 2013).

El objetivo de esta investigación está enmarcado en evaluar el comportamiento productivo de bovinos jóvenes en pastoreo diurno de gramíneas tropicales y leguminosas herbáceas, complementados en la dieta con maíz y diferentes niveles caña de azúcar, durante el periodo poco lluvioso.

La investigación se desarrolló durante 120 días del periodo poco lluvioso, entre los meses de diciembre a marzo de 2015, en áreas experimentales del Instituto de Ciencia Animal (ICA) destinadas a la producción de bovinos de engordes en pastoreo; su localización: a 22° 53' de latitud norte, a los 82° 02' de longitud oeste y 92 msnm, en el municipio de San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. Las precipitaciones, durante los últimos 40 años en esta época, promediaron entre el 28-35% de la media anual, que oscila alrededor de 1,438 mm (datos tomados de la Estación Meteorológica del ICA, 2014).

Se utilizó un área total de 12 hectáreas, divididas en 16 cuarterones de 0.75 has cada uno, con presencia de pastos mejorados (*Cynodon nlemfuensis*, *Brachiaria mulato*, *Panicum maximun*) y naturales asociados con leguminosas herbáceas (*Neonotonia wiggti*, *Pueraria phasecoloides*) en el 100%. Se utilizaron 24 animales jóvenes, sin castrar, provenientes de rebaños lecheros (5/8Holstein x 3/8Cebú), con peso vivo promedio inicial de 239.50 ± 1.50 kg y una carga de dos animales.ha⁻¹.

Los animales se manejaron mediante un pastoreo rotacional en un solo grupo durante 8 h diarias, entre las 8:00 a.m. y 4:00 p.m.; con cuatro días de ocupación y 60 días de reposo entre cada cuarterón, con libre acceso a la sal y los abrevaderos. A todos los animales se les suministró, en pastoreo, 50 g animal.día⁻¹ de sales minerales. En la tarde, se trasladaron a dos corraletas independientes, según tratamiento con 12 animales cada una, y permanecieron durante toda la noche; se complementaron en comederos separados, con granos de maíz y niveles de caña de azúcar fresca más agua a voluntad. Se realizó el pesaje de los animales con una frecuencia mensual antes de salir a pastoreo.

Procedimiento matemático. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con dos tratamientos; donde variaron los niveles de inclusión en la dieta de caña de azúcar fresca:

T₁: pastoreo diurno más maíz (1 kg.animal⁻¹.día⁻¹) más caña de azúcar (6g.kg PV⁻¹)
 T₂: pastoreo diurno más maíz (1 kg.animal⁻¹.día⁻¹) más caña de azúcar (10g.kgPV⁻¹)

Se determinó el consumo promedio de caña de azúcar en el periodo, según la oferta ajustada en cada pesaje y el rechazo calculado diariamente en cada tratamiento, la ganancia media diaria (GMD), peso inicial, peso final y el incremento de peso vivo. Se estimó el consumo de materia seca promedio para cada tratamiento, según las tablas presentadas por Martín (1981); las cuales son válidas para animales Cebú y mestizos lecheros en condiciones de pastoreo y se estimó el consumo total promedio de materia seca (pasto, caña de azúcar y maíz). El procesamiento de la información se realizó con la ayuda del software INFOSTAT (Balzarini *et al.*, 2001). Se realizó la prueba de comparación múltiple para las medias, según la dócima de Duncan (1955).

En el cuadro 1, se muestran los principales indicadores evaluados en este trabajo. Los resultados indicaron que la GMD de los animales en condiciones de pastoreo diurno de gramíneas y leguminosas herbáceas, de acuerdo a la carga animal y el genotipo utilizado, estuvieron cercanos a los 600 g, considerados —según Díaz *et al.* (2013)— como valores aceptables para las condiciones actuales de la ganadería cubana en el periodo poco lluvioso.

Se encontró diferencia ($P < 0.05$) para este indicador de GMD en el tratamiento con mayor nivel de inclusión de caña de azúcar, hasta un incremento del 8% con respecto al otro tratamiento. Se infiere que el resultado encontrado para la ganancia acumulada en ambos tratamientos, estuvo condicionada por el manejo; y según Elías *et al.* (2006), una asociación de leguminosas herbáceas superior al 75% puede aportar mucho más N-NH₃ en el rumen, que el demandado para la síntesis de proteína microbiana para las ganancias obtenidas. Por consiguiente, la complementación energética con carbohidratos de fácil fermentación posibilitó determinada sincronización energética-proteica a nivel ruminal y permitió lograr los valores mencionados de GMD.

Cuadro 1
Indicadores productivos de añejos Holstein x Cebú en pastoreo diurno con leguminosas herbáceas complementadas en la dieta con energía.

Indicadores	Tratamientos		EE (±)
	Pastoreo + maíz y 6 g MS.kg PV ⁻¹ caña de azúcar	Pastoreo + maíz y 10 g MS.kg PV ⁻¹ caña de azúcar	
PV inicial, kg	238.33	241.67	4.47
PV final, kg	307.08	316.25	6.45
GMD, g	573 ^b	622 ^a	0.02 ($P < 0.05$)
Inc. Peso, kg	68.75	74.58	3.08
Duración, días		120	-

EE: error estándar; a,b $P < 0.05$ (Duncan).

Por su parte, las ganancias obtenidas con animales jóvenes provenientes de rebaños lecheros durante el periodo poco lluvioso en este estudio, fueron superiores a los resultados informados por Valdés *et al.* (1980), Monzote *et al.* (1985), Castillo *et al.* (1991) y Díaz *et al.* (2011), en pastoreo de gramíneas tropicales y leguminosas herbáceas, cuyos rangos de GMD oscilaron entre 250 y 550 g, cargas animales similares y superiores, y el mismo genotipo utilizado en la época poco lluviosa. En consecuencia, la variante tecnológica de manejo y complementación energética utilizada, le confieren a este resultado una adecuada alternativa para la ganadería comercial cubana, respecto de la ganancia individual, como desempeño productivo favorable para bovinos jóvenes en similares condiciones durante el periodo poco lluvioso.

No se encontró diferencia entre tratamientos para los indicadores de peso inicial, peso final y tampoco en el incremento de peso durante el periodo. No obstante, el tratamiento con mayor nivel de inclusión de caña de azúcar fresca, presentó en términos de porcentaje 3% y 9% superior, en el peso final y en el incremento de peso vivo, respectivamente.

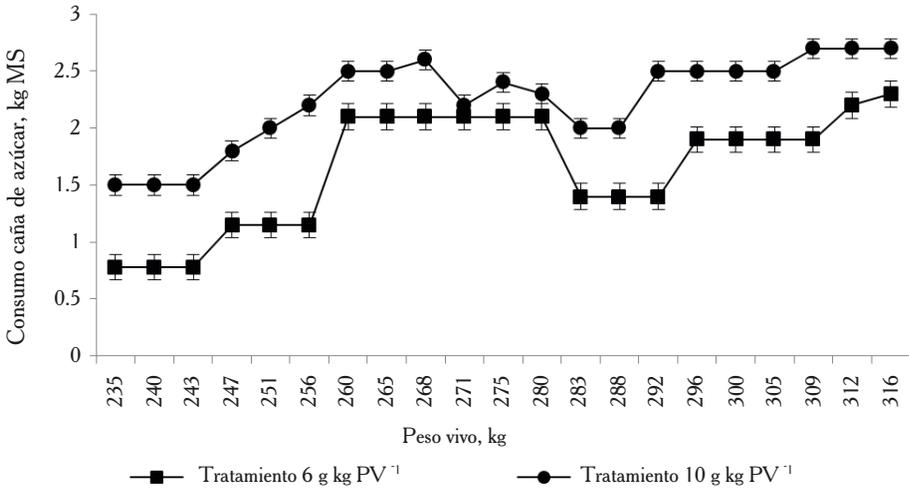
Un elemento muy importante que debe tenerse en cuenta, está relacionado con el peso vivo; sobre todo, en el periodo seco para evitar daños severos en la persistencia de las leguminosas herbáceas y el pobre desempeño productivo en los animales. Diferentes autores, como Monzote *et al.* (1985) y Ruiz *et al.* (2005), señalaron que a mayor talla en los animales, se incrementa el pisoteo y el tamaño del bocado, lo que incide en el sistema radical de las leguminosas herbáceas y afecta su persistencia. En ese sentido, la variante de manejo utilizada y la complementación en corral con caña de azúcar y maíz, permitió finalizar esta etapa con pesos vivos superiores a los informados por estos autores, sin daños severos observados en el sistema y ganancias adecuadas de peso vivo para este genotipo.

Las investigaciones realizadas por Díaz (2008), confirmaron que la energía metabolizable (EM) aportada por este sistema para genotipos proveniente de rebaños lecheros, constituyeron una limitante para obtener GMD superiores, lo contrario para el aporte de proteína bruta (PB). Independientemente de los indicadores evaluados en el experimento, se infiere que este comportamiento productivo está relacionado con el aporte de PB que realizó el pastizal y el consumo de carbohidratos suministrados por el maíz y los niveles de caña de azúcar.

Se observó que los valores de consumo promedio de caña de azúcar durante todo el periodo evaluado fueron superiores 2.55 kg MS *vs.* 1.60 kg MS en el tratamiento con mayor nivel de inclusión (figura 1). De tal manera que, al incrementarse en 4 g.kg PV⁻¹ el nivel de caña de azúcar, permitió un incremento en la GMD encontrada en este tratamiento (cuadro 1). Sin embargo, el consumo de materia seca de caña de azúcar en ambos tratamientos, osciló entre 0.58 y 0.91 kg.100 kg PV⁻¹, valores inferiores a los indicados por Fundora (2006) en rumiantes, sin que provoque afectaciones en la ganancia de peso, que pueden moverse en un rango entre 1.00 y 1.50 kg.100 kg PV⁻¹; y puede variar como consecuencia de diferentes factores de manejo y alimentación.

Figura 1

Consumo promedio de consumo de caña de azúcar y su desviación estándar.



Por otra parte, el consumo promedio estimado de materia seca total de pasto, más el consumo de caña y maíz —de acuerdo a su peso vivo— osciló entre 6.81 y 6.97 kg MS. Los resultados alcanzados con esta variante de manejo, en el periodo seco, evidenciaron que pudiera incrementarse el aporte energético por un mayor consumo de caña de azúcar; y en teoría, se pudiera aprovechar aún más el aporte proteico de las asociaciones con leguminosas herbáceas a nivel ruminal. En consecuencia, se pudiera incrementar la ganancia individual en este genotipo con animales jóvenes y acortar el tiempo de estancia en estos sistemas.

Se concluye que los bovinos jóvenes 5/8Holstein x 3/8Cebú en pastoreo diurno de gramíneas tropicales y leguminosas herbáceas, complementados en la dieta con maíz y niveles de caña de azúcar fresca en el periodo poco lluvioso, mostraron adecuado comportamiento productivo con ganancias a favor del tratamiento, con mayor inclusión de caña de azúcar.

Agradecimientos

Al Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente de Cuba (CITMA), por la financiación del proyecto: “Sustitución de concentrados comerciales, por el uso de alimentos elaborados en las fincas, para la producción de carne bovina”; al Departamento de Biomatemática del Instituto de Ciencia Animal (ICA) de Cuba; y a los trabajadores del cebadero Ayala, por facilitar la labor y su presta colaboración.

Literatura citada

- Balzarini, M.; Casanoves, F.; DiRienzo, J. A.; González, L. y Robledo, C.W. (2001). *Paquete estadístico INFOSSTAT*. Versión 2001, Córdoba, Argentina.
- Castillo, C. E.; Ruiz, T. E.; Febles, G.; Puentes, R.; Díaz, L. y Beund, G. (1991). Utilización de leguminosas rastreras para la preceba bovina con libre acceso a bancos de proteína y comportamiento animal. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 25(3):265-268.
- Díaz, A. (2008). *Producción de carne bovina en pastoreo con gramíneas y leguminosas*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal, Cuba.
- Díaz, A.; Castillo, E.; Martín, P. y Hernández, J. L. (2011). Preceba de machos bovinos mestizos lecheros en pastoreo con leguminosas herbáceas, banco de biomasa y suplemento activador del rumen. *Rev. Cubana de Ciencia Agríc.* 45(1):25-28.
- Díaz, A.; Castillo, E.; Martín, P. y Hernández, J. L. (2013). Preceba de toros mestizos lecheros en pastoreo con glycine (*Neonotonia wightii*) y gramíneas tropicales con suplemento activador del rumen. *Rev. Cubana de Ciencia Agríc.* 47(1):23-26.
- Duncan, D. B. (1955). Multiple ranges and multiple F. test. *Biometrics.* 11:1.
- Elías, A.; Ruiz, T.; Castillo, E.; Hernández, J. B. y Herrera, F. R. (2006). Efecto del aumento de leguminosas rastreras en un pastizal nativo en la fermentación y fracciones nitrogenadas en el rumen de toros en pastoreo. *Rev. Cubana de Ciencia Agríc.* 40(3):269-277.
- Fundora, O. *La caña de azúcar. Valor nutritivo y utilización en el ganado bovino*. Senra, A. (Ed.). Estrategias de alimentación para el ganado bovino en el trópico, Cuba, EDICA. 2006. pp. 57-74.
- Iraola, J.; Muñoz, E.; García, Y.; García, Y., Hernández, J. L.; Tuero, O. y Moreira, E. (2013). Feeding behavior of male cattle under restricted grazing, supplemented with distiller maize grains during the dry period. *Cuban J. Agr. Sci.* 47(3):255-261.
- Martín, P. C. (1981). *Metodología de balance alimentario y formulario de raciones para el ganado vacuno en Nicaragua*. Ediciones MIDINRA, Nicaragua. 177 pp.
- Mejía, J. (2002). Consumo voluntario de forraje por rumiantes en pastoreo. *Acta Universitaria.* 12:56-63.
- Monzote, M.; Ruiz, T. E.; López, M. y Góngora, M. A. (1985). Evaluación de leguminosas introducidas. 2. Establecimiento sobre pastizales naturales. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 19(1):91-96.
- Ruiz, T.; Febles, G.; Jordán, H. y Castillo, E. (2005). Las leguminosas: sus posibilidades para implantar sistemas ganaderos sostenibles. *Rev. Cubana de Ciencia Agríc.* 39 (No. especial):501-514.
- Ruiz, T.; Febles, G. y Alonso, J. (2015). Estudios con leguminosas, un aporte a la ciencia durante los cincuenta años del Instituto de Ciencia Animal. *Rev. Cubana de Ciencia Agríc.* 49(2):233-241.
- Valdés, L. R.; Montoya, P. y Duquezne, P. (1980). Uso de las leguminosas o suplementos para la producción de carne. *Rev. Pastos y Forrajes.* 3(2):287-296.

Recibido: 09 de octubre de 2015

Arbitraje: 12 de enero de 2016

Dictamen: 14 de enero de 2016

Aceptado: 25 de febrero de 2016