



XLIV

REUNIÓN CIENTÍFICA DE LA ASOCIACIÓN MEXICANA
PARA LA PRODUCCIÓN ANIMAL Y SEGURIDAD
ALIMENTARIA, A.C.

CLIMA Y GANADERÍA: PRODUCTIVIDAD SUSTENTABLE

Compiladores:

Alberto Yamasaki Maza

Gilberto Yong Angel

Gpe. Patricia Macias Farrera

Leonardo Yamasaki Maza

Esaú de Jesús Pérez Luna

José Bernardo Sánchez Muñoz

Horacio León Velasco

Jorge Luis Ruiz Rojas

6 al 8 de septiembre, 2017. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México

© Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH)

© Asociación Mexicana de Producción Animal y Seguridad Alimentaria (AMPA A. C.)

Edita: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNACH.

Editores: Alberto Yamasaki Maza

Leonardo Yamasaki Maza

Gilberto Yong Angel

Guadalupe Patricia Macias Farrera

Horacio León Velasco

Esaú de Jesús Pérez Luna

José Bernardo Sánchez Muñoz

Maquetación: Leonardo Yamasaki Maza, Alberto Yamasaki Maza

Imagen portada: xxxxxx

ISBN: 9781370695799

El contenido de los artículos es responsabilidad de los autores.

Prohibida la reproducción parcial o total, sin la autorización por escrito de los editores, compiladores y autores.

Cuerpo de Arbitraje

Adolfo Armando Rayas Amor
Universidad Autónoma Metropolitana-
Xochimilco

Adrián Raymundo Quero Carrillo
Colegio de Posgraduados

Alberto Manzur Cruz
Universidad Autónoma de Chiapas

Alberto Yamasaki Maza
Universidad Autónoma de Chiapas

Alejandra Donaji Solís Méndez
Universidad Autónoma del Estado de
México

Alejandro Córdova Izquierdo
Universidad Autónoma Metropolitana-
Xochimilco

Alejandro Lara Bueno
Universidad Autónoma Chapingo

Alejandro Ley de Coss
Universidad Autónoma de Chiapas

Alejandro Plascencia Jorquera
Universidad Autónoma de Baja
California

Alma Catalina Berumen Alatorre
Universidad Juárez Autónoma de
Tabasco

Anastacio García Martínez
Colegio de Posgraduados

Ángel David Alvarado Díaz
Zoológico Miguel Álvarez del Toro

Ángel Trinidad Piñeiro Vázquez
El Colegio de la Frontera Sur

Angélica Espinosa Ortega
Universidad Autónoma del Estado de
México

Armando Jacinto Aguilar-Caballero
Universidad Autónoma de Yucatán

Arturo Fuentes González
Universidad Autónoma de Chiapas

Arturo Galvis Spinola
Colegio de Posgraduados

Avilés Nova Francisca
Universidad Autónoma del Estado de
México

Benigno Ruiz Sesma
Universidad Autónoma de Chiapas

Benito Albarrán Portillo
Universidad Autónoma del Estado de
México

Carlos Alfredo Sandoval Castro
Universidad Autónoma de Yucatán

Carlos E. Ibarra Martínez
Universidad Autónoma de Chiapas

Carlos Tejeda Cruz
Universidad Autónoma de Chiapas

Carolina Flota Bañuelos
Colegio de Posgraduados

Cesar Maza Santiago
Universidad Autónoma de Chiapas

David Hernández Sánchez
Colegio de Posgraduados

Diana Angélica Gutiérrez Arenas
Universidad de Guadalajara

Edgar Meraz Romero
Universidad Autónoma de México

Eduardo Daniel Bolaños Aguilar
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales Agrícolas y Pecuarias

Elizabeth Loza Rubio
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales Agrícolas y Pecuarias

Elsa Lysbeth Rodríguez Castañeda
Benemérita Universidad Autónoma de
Puebla

Enrique Espinosa Ayala
Universidad Autónoma del Estado de
México

Enrique Herrera López

Instituto Nacional de Investigaciones
Agrícolas y Pecuarias.

Enrique León Pérez

Universidad Autónoma de Chiapas

Epigmenio Castillo Gallegos

Universidad Autónoma de México

Ernesto Morales Almaraz

Universidad Autónoma del Estado de
México

Esaú de Jesús Pérez Luna

Universidad Autónoma de Chiapas

Esaú Ruiz Sánchez

Instituto Tecnológico de Conkal

Felicitas Vázquez Flores

Benemérita Universidad Autónoma de
Puebla

Fernando Azpiri Álvarez

Universidad Autónoma de Chiapas

Fernando Prospero Bernal

Universidad Autónoma del Estado de
México

Fernando Sánchez Dávila

Universidad autónoma de Nuevo León

Francisco Alejandro Castrejón Pineda

Universidad Autónoma de México

Francisco Guevara Hernández

Universidad Autónoma de Chiapas

Francisco Javier Cordero Fernández

Universidad Autónoma de Chiapas

Frida Salmerón Sosa

Universidad Autónoma de México

Gabriela Aguilar Tipacamú

Universidad Autónoma de Querétaro

Gerardo Uriel Bautista Trujillo

Universidad Autónoma de Chiapas

Germán Buendía Rodríguez

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales Agrícolas y Pecuarias

Gilberto Yong Angel

Universidad Autónoma de Chiapas

Guadalupe Patricia Macías Farrera

Universidad Autónoma de Chiapas

Candido Enrique Guerra Medina

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales Agrícolas y Pecuarias

Guillermo Jiménez Ferrer

El Colegio de la Frontera Sur

Héctor Magaña Sevilla

Instituto Tecnológico de Conkal

Heriberto Estrella Quintero

Universidad Autónoma Chapingo

Heriberto Gómez Castro

Universidad Autónoma de Chiapas

Horacio León Velasco

Universidad Autónoma de Chiapas

Horacio Ruiz Hernández

Universidad Autónoma de Chiapas

Ignacio Arturo Domínguez Vara

Universidad Autónoma del Estado de
México

Armando Partida de la Peña

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales Agrícolas y Pecuarias

Irma Eugenia Candanosa Aranda

Universidad Autónoma de México

J. Jesús Germán Peralta Ortiz

Universidad Autónoma del Estado de
Hidalgo

Jaime Jorge Martínez Tinajero

Universidad Autónoma de Chiapas

Javier Gutiérrez Molotla

Universidad Autónoma de México

Jenner Rodas Trejo

Universidad Autónoma de Chiapas

Jesús Abraham Méndez Albores

Universidad Autónoma de México

Jesús Alberto Ramos Juárez

Colegio de Posgraduados

Jesús Ricardo Aké-López

Universidad Autónoma de Yucatán

Joaquín Cancino Santiago

Universidad Autónoma de Tamaulipas

Joe Miceli Hernández

Universidad Autónoma de Chiapas

Joel Edmundo López Meza

Universidad Michoacana de San Nicolás
Hidalgo

Jorge Alonso Peralta Torres

Universidad Juárez Autónoma de
Tabasco

José Antonio Espinosa García

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales Agrícolas y Pecuarias

José Antonio Hernández Marín

Universidad de Guadalajara

José Armando Alayón Gamboa

El Colegio de la Frontera Sur

José Bernardo Sánchez Muñoz

Universidad Autónoma de Chiapas

José Florentino Torres Simental

Instituto Tecnológico de Sonora

José Guadalupe Herrera Haro

Colegio de Posgraduados

José Luis Cruz López

Universidad Autónoma de Chiapas

José Manuel Palma García

Universidad de Colima

José Ricardo Bárcena Gama

Colegio de Posgraduados

Juan Gabriel Magaña Monforte

Universidad Autónoma de Yucatán

Juan Manuel Cervantes Sánchez

Universidad Autónoma de México

Juan Manuel Torres de León

Universidad Autónoma de Chiapas

Julieta Gertrudis Estrada Flores

Universidad Autónoma del Estado de
México

Laura Guadalupe Espinosa Montaña

Universidad Autónoma de México

Laura Martínez Figueroa

Universidad Autónoma de Chiapas

Leonardo Gordillo Páez

Universidad Autónoma de Chiapas

Leonardo Yamasaki Maza

Universidad Autónoma de Chiapas

Luis Armando Sarmiento Franco

Universidad Autónoma de Yucatán

Luis Corona Gochi

Universidad Autónoma de México

Luis Gilberto Gutiérrez Morales

Universidad Autónoma de Chiapas

Luis Jorge García Márquez

Universidad de Colima

Luis Vicente Jiménez Castillo

Universidad Autónoma de México

Marco Antonio Ramírez Jiménez

Universidad Autónoma de México

María Ángela Oliva Llaven

Universidad Autónoma de Chiapas

María de Lourdes Zaragoza Martínez

Universidad Autónoma de Chiapas

María Eréndira Reyes García

Universidad Autónoma de Chiapas

María Magdalena Crosby Galván

Colegio de Posgraduados

Marisela Peralta Lailson

Universidad Autónoma de Chiapas

Martín Amador Meza Nieto

Universidad Autónoma del Estado de
Hidalgo

Mauricio Perea Peña
Universidad Michoacana de San Nicolás
Hidalgo

Metzitzin Leopoldo Medina Sansón
Universidad Autónoma de Chiapas

Nazario Pescador Salas
Universidad Autónoma del Estado de
México

Omar Argüello Nájera
El Colegio de la Frontera Sur

Omar Hernández Mendo
Colegio de Posgraduados

Pablo Luna Nevárez
Instituto Tecnológico de Sonora

Pastor Pedraza Villagómez
Universidad Autónoma de Chiapas

Paula Mendoza Nazar
Universidad Autónoma de Chiapas

Pedro A. Hernández García
Universidad Autónoma del Estado de
México

Pedro de Jesús Deniz González
Universidad Autónoma de Nayarit

Perpetuo Álvarez Vázquez
Colegio de Posgraduados

Raúl Andrés Pérezgrovas Garza
Universidad Autónoma de Chiapas

Raúl Plascencia Jiménez
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales Agrícolas y Pecuarias

Raymundo Rangel Santos
Universidad Autónoma Chapingo

Rene Pinto Ruiz
Universidad Autónoma de Chiapas

Reynaldo Ignacio Orea Martínez
Universidad Autónoma de Chiapas

Reynol Grajales Zepeda
Universidad Autónoma de Chiapas

Roberto Montes de Oca Jiménez
Universidad Autónoma del Estado de
México

Rodolfo Rogelio Posadas Domínguez
Universidad Autónoma del Estado de
Hidalgo

Ronald Santos Ricalde
Universidad Autónoma de Yucatán

Rubén Huerta Crispín
Benemérita Universidad Autónoma de
Puebla

Rutilo Ruiz Ortiz
Universidad Autónoma Metropolitana-
Xochimilco

Sergio Ramírez Ordóñez
Universidad del Papaloapan

Silvia Fraire Cordero
Colegio de Posgraduados

Víctor Manuel Meza Villalvazo
Universidad del Papaloapan

Víctor Octavio Fuentes Hernández
Universidad de Guadalajara

Yazmín Ivonne Arriaga Avilés
Universidad Autónoma de México

Yissel Valdés García
Universidad Autónoma de Nayarit

Yuri Villegas Aparicio
Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca

Zazil Ku Quintana
Universidad Autónoma de México

ÍNDICE

CAPITULO I: Apicultura y Acuicultura	1
PRODUCCIÓN DE MIEL Y POLEN EN COLMENAS CON REINAS CARNIOLAS Y AFRICANIZADAS EN VILLAFLORES, CHIAPAS.....	2
DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL APÍCOLA DEL ESTADO DE TLAXCALA	7
ESTUDIO DE TRATAMIENTO NATURAL CON COLA DE CABALLO (<i>Equisetum arvense</i>) PARA EL CONTROL DE LA VARROOSIS (<i>Varroa destructor</i>) EN APIARIOS DEL MUNICIPIO DE JIQUIPILAS, CHIAPAS.....	12
DETECCIÓN Y FRECUENCIA DEL VIRUS DE LA PARÁLISIS AGUDA ISRAELÍ EN ABEJAS MELÍFERAS EN MÉXICO.....	16
CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD APÍCOLA EN CUATRO COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE BACALAR, QUINTANA ROO, MÉXICO	21
IMPACTO SOCIOECONÓMICO DEL PLECOS (<i>Pterygoplichtys spp</i>) EN EL TINTO BONSHÁN, CATAZAJÁ, CHIAPAS, MÉXICO	27
PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS DE TRES CÍCLICOS DE IMPORTANCIA COMERCIAL EN EL ESTADO DE TABASCO	32
POTENCIAL DE LA CRÍA DE INSECTOS COMO FUENTE SOSTENIBLE DE ALIMENTACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN ACUÍCOLA EN MÉXICO	36
CAPITULO II: Equinos y Porcinos.....	42
PREDICCIÓN DEL PESO VIVO EN CABALLOS Y YEGUAS DE “CHARRERÍA” A TRAVÉS DE MEDICIONES BIOMÉTRICAS	46
COMPOSICIÓN GENÉTICA DEL CABALLO DEPORTIVO MEXICANO A PARTIR DEL ANÁLISIS DEL PEDIGRÍ	48
EVALUACIÓN DE DOS CONCENTRACIONES ESPERMÁTICAS EN LA FERTILIDAD DE YEGUAS INSEMINADAS	52
LA ADMINISTRACIÓN SUBCUTÁNEA DE CAFEÍNA MODIFICA EL PERFIL FISIO-METABÓLICO DE LOS LECHONES NEONATOS CON BAJO PESO.....	58
EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SEMINALES DE LOS SEMENTALES PORCINOS DE LA LÍNEA PIC-410 EN CONDICIONES TROPICALES	63

PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y DEMANDA DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO EN <i>Brachiaria humidicola</i>	505
CAMELLO: ATRIBUTOS AGRONÓMICOS Y ACUMULACIÓN FORRAJERA EN UN NUEVO HÍBRIDO DE <i>Urochloa</i> CON TOLERANCIA A SEQUÍA	511
ESTIMACIÓN DE LA DL ₃₀ Y DL ₅₀ DE SEMILLAS DE <i>Clitoria ternatea</i> VAR. TEHUANA POR RADIACIÓN GAMMA CO ⁶⁰	516
EFECTO DE LA ASOCIACIÓN <i>Cratylia argentea</i> - <i>Brachiaria brizantha</i> SOBRE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LECHE DE VACAS F1 (HOLSTEIN X CEBÚ) EN EL TROPICO HÚMEDO	521
EFICIENCIA ENERGÉTICA Y SUSTENTABILIDAD. EL CASO DEL CULTIVO DE MAÍZ EN GANADERÍA DOBLE PROPÓSITO EN EL ESTADO DE MÉXICO	526
EFECTO DE ETAPA FENOLÓGICA Y ECOTIPO SOBRE FRACCIONES DE LA PROTEÍNA Y DIGESTIBILIDAD <i>in vitro</i> DE HOJAS DE <i>Leucaena</i>	532
GANADERÍA REGENERATIVA INTENSIVA EN YUCATÁN: UN ESTUDIO DE CASO.....	538
CINÉTICA DE PRODUCCIÓN DE GAS <i>in vitro</i> EN PASTOS TROPICALES	542
PRODUCCIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO DE DIETAS PARA BOVINOS CON ESPECIES ARBÓREAS CON ALTOS CONTENIDOS DE METABOLITOS SECUNDARIOS.....	547
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE <i>Lotus corniculatus</i> L. A DIFERENTES ESTRATEGIAS DE COSECHA	552
PRODUCCIÓN DE GAS METANO POR PASTURAS FORRAJERAS TROPICALES EN INCUBACIÓN <i>in vitro</i>	558
EFECTO DE TEMPERATURA, HIDROXIDO DE SODIO Y PROCESO DE EXTRUSIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN DE GAS Y FERMENTACIÓN RUMINAL <i>in vitro</i> DE RASTROJO DE MAIZ.....	564
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CINCO HÍBRIDOS DE SORGO DULCE BAJO CONDICIONES DE TRÓPICO SECO	570
EFECTO DE LA ETAPA DE MADUREZ Y LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE SORGOS FORRAJEROS.....	575
RESPIRACIÓN DEL SUELO EN DOS SISTEMAS GANADEROS EN EL ESTADO DE TABASCO, MÉXICO.....	581
EFECTO DEL TRATAMIENTO PRE-GERMINATIVO CON AGUA CALIENTE EN SEMILLAS ARBÓREAS FORRAJERAS EN FASE DE VIVERO	587
EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO FORRAJERO Y CALIDAD NUTRICIONAL DE TRES ESPECIES ARBUSTIVAS EN TUNJA /BOYACÁ.....	592
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO Y COMPOSICIONAL DE ENSILAJE DE SAGU (<i>Canna edulis Ker</i>) COMO ALIMENTO ALTERNATIVO PARA BOVINOS.....	597

EFICIENCIA ENERGÉTICA Y SUSTENTABILIDAD. EL CASO DEL CULTIVO DE MAÍZ EN GANADERÍA DOBLE PROPÓSITO EN EL ESTADO DE MÉXICO

[ENERGY EFFICIENCY AND SUSTAINABILITY. THE CASE OF CORN CULTIVATION IN DUAL PURPOSE LIVESTOCK SYSTEMS IN THE STATE OF MEXICO]

Vences-Pérez J¹, Morales-Almaraz E², Martínez-García CG³, Albarrán-Portillo B¹ y García-Martínez A^{1*}.

¹Centro Universitario UAEM Temascaltepec, Universidad Autónoma del Estado de México. Col. Barrio de Santiago s/n. Temascaltepec, Estado de México. C.P. 51300.

²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de México. El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México. C.P. 50090.

³Intituto en Ciencias Agropecuarias y Rurales. Universidad Autónoma del Estado de México. El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México. C.P. 50090

*Correspondencia: angama.agm@gmail.com.

RESUMEN

Desde la Cumbre de Río 1992 se reconoció la importancia del uso "ecoeficiente" y sustentable de la energía utilizada en los procesos de producción, e implica el principio de producir más con menos y con el mínimo impacto ambiental. El objetivo del trabajo fue evaluar la eficiencia del uso de energía en el cultivo del maíz en sistemas de ganado doble propósito en Tlatlaya, Estado de México. Se realizó un muestreo bola de nieve y la información se obtuvo mediante una encuesta estructurada en entrevista directa a 28 ganaderos. Se observó que la eficiencia del sistema analizado, fue de 1.45 MJ por unidad producida. Es decir, se produjeron 0.11 kg de maíz por cada MJ utilizado, por lo que para producir 1 kg de maíz son necesarios 10.91 MJ. Más del 98% de energía utilizada es consumida de manera directa por los insumos para la siembra y manejo del cultivo y 2% de manera indirecta en actividades relacionadas con el cultivo, manejo y gestión. Se concluyó que el proceso de cultivo de maíz, es eficiente en el uso de energía.

Palabras clave: Bovinos, trópico seco, Altiplano central

SUMMARY

Since the Rio Summit in 1992, the importance of "eco-efficient" and sustainable use of energy used in production processes has been recognized, and implies the principle of producing more with less and with minimum environmental impact. The objective of this work was to evaluate the use efficiency energy in maize cultivation in dual purpose livestock systems in Tlatlaya, State of Mexico. A snowball sampling was carried out and the information was obtained through a structured survey in a direct interview with 28 farmers. It was observed that the efficiency of the analyzed system was 1.45 MJ per unit produced. That is, 0.11 kg of maize was produced for each MJ used, so that to produce 1 kg of corn, 10.91 MJ are needed. More than 98% of the energy used is consumed directly by inputs for planting and crop management and 2% indirectly in activities related to management and harvesting maize. It is concluded that the maize cultivation process is efficient in the energy use.

Keywords: Cattle, dry tropic, Central highlands.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*) es el cultivo agrícola más difundido y con la mayor producción a nivel mundial. Por sus características nutricionales es utilizado para la producción de proteína animal y para consumo humano. Su importancia económica y social es relevante por el número de productores que realizan esta actividad y porque genera empleo e ingresos para la población en zonas rurales. La producción mundial se orienta con énfasis a la seguridad alimentaria y su producción se relaciona con el crecimiento poblacional. En este sentido, se observa un crecimiento promedio anual de 3.5% (1,008.7 millones de toneladas) y las expectativas durante 2015/16 fue una reducción de 3.6 por ciento en relación a 2014/15, lo que se traduce en 972.6 millones. Durante este periodo, de acuerdo a, México ocupó el 4° lugar en superficie cosechada de maíz (5% del total mundial), produciendo 24.95 millones de toneladas (FIRA, 2015). El estado de México, durante el mismo periodo ocupó el 4° lugar al aportar 7.94% de la producción nacional. El cultivo en el sur del Estado de México se realiza en relieves montañosos, donde es

difícil el acceso de equipo y maquinaria para la actividad. En estas condiciones, el cultivo de maíz se asocia a la ganadería doble propósito). Este sistema de manejo, está ampliamente distribuido en el país, ya que proporcionan sinergias que permite optimizar el uso de los recursos naturales (Hellin *et al.*, 2013). El aprovechamiento racional disminuye la degradación y el uso insumos externos y favorece la sostenibilidad ambiental mediante, el reciclaje de estiércol y secuestro de carbono. Bajo este esquema, el uso eficiente y sostenible de la energía ha tenido gran relevancia. En las actividades agropecuarias involucra el uso elevado de combustibles fósiles sobre todo en grandes superficies. El uso irracional de insumos agropecuarios para obtener mayor rendimiento por unidad de superficie, deteriora y afecta la disponibilidad de recursos naturales e incrementa la emisión de gases de efecto invernadero que ocasionan el cambio climático. Desde la Cumbre de Río 1992 se reconoció la importancia del uso “ecoeficiente” y sustentable de la energía en los procesos de producción, bajo el principio de producir más con menos y con mínimo impacto ambiental. La eco-eficiencia se considera un instrumento para el análisis de la sostenibilidad e indica una relación empírica entre valor económico, impacto ambiental y, las políticas derivadas, son fáciles de adoptar (Ribal *et al.*, 2009). Lo anterior significa que un sistema es sostenible cuando los procesos y actividades humanas se adaptan a las características y dinámicas de los ecosistemas con los que se relacionan. En este sentido, el objetivo del trabajo fue evaluar la eficiencia energética del cultivo de maíz sistemas de ganado doble propósito en el municipio de Tlatlaya, Estado de México.

MATERIAL Y MÉTODOS

Zona de estudio y recolección de información

El trabajo se realizó en el municipio de Tlatlaya, localizado en la zona suroeste del Estado de México. Geográficamente se ubica en las coordenadas 18°22' y 18°41' N y 100°04' y 100°27' O, a una altitud entre 300 y 2, 400 msnm. Su territorio asciende a 798.92 km², que representan 3.5% total estatal. Predomina el clima Aw (w) (i) g o subtropical, con temperaturas promedio entre 22° y 36° C y precipitación anual de promedio de 270 mm (INEGI, 2015).

Análisis energético

Se consideraron las entradas y salidas de energía, caracterizadas mediante flujos de materia física e insumos utilizados en el procesos de cultivo de maíz, manejo y gestión. Para el cálculo de la de la eficiencia energética se aplicó la metodología de Meul *et al.* (2007), que consistió en la documentación de los elementos de entrada o insumos (mano de obra, maquinaria, gas, herbicidas, fertilizantes e insecticidas) y salida o productos obtenidos (grano, mazorca molida, rastrojo molido con mazorca, ensilado y grano molino). Se incluyeron gastos energéticos de la producción, directos o indirectos (fuerza de trabajo humano y animal, empleo de combustibles, fertilizantes y otros insumos). El enfoque del balance energético usado en este estudio no considera los costos ecológicos provenientes de la energía solar, el calor disipado o la energía degradada en el sistema.

Para el cálculo del desempeño de la energía en el proceso de producción, se utilizaron las ecuaciones de Khosruzzaman *et al.* (2010), mismas que se muestran a continuación:

$$\text{Eficiencia del uso de energía} = \frac{\text{Salida de energía (MJ por unidad de área)}}{\text{Entradas de energía (MJ por unidad de área)}} \quad (1)$$

$$\text{Energía específica} = \frac{\text{Ingreso de energía (Toneladas por unidad de área)}}{\text{Producción de maíz (MJ por unidad de área)}} \quad (2)$$

$$\text{Productividad energética} = \frac{\text{Producción de maíz (MJ unidad de área)}}{\text{Ingreso de energía (Toneladas por unidad de área)}} \quad (3)$$

$$\text{Retorno de Energía Neta} = \text{Energía de salida (MJ/ha)} - \text{Ingreso de energía (MJ/ha)} \quad (4)$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entrada y salida de energía

En el uso de insumos para la siembra y manejo del cultivo, el mayor gasto de energía es representado por el uso de combustible, mano de obra, y la fertilizantes principalmente sulfato de amonio y urea que ocupan más del 80% del gasto energético total. El gasto en insecticidas y herbicidas, también son importantes (2 y 4 % del total). Asimismo, el proceso de cosecha, también representa un gasto de energía considerable. En general, es mayor el gasto de energía indirecta (Cuadro 1). La salida de energía por rubro, se muestra en el Cuadro 2. Se observa que fueron las actividades de molienda del grano de maíz y de la mazorca completa los que mayor gasto de energía requieren. El uso de maquinaria es limitada y las actividades con mayor requerimiento son la molienda de la mazorca, el grano y el rastrojo. En este sentido y de acuerdo a estos indicadores, el cultivo de maíz en los sistemas de ganado bovino doble propósito, se considera eficiente por la cantidad de producto obtenido por MJ utilizado. Algunos trabajos realizados en el sur del Estado de México han destacado que el uso de fertilizantes y pesticidas, son elementos que limitan la sostenibilidad de sistemas ganaderos, principalmente en la escala agroecológica, como un efecto del uso excesivo y sin control en el cultivo de maíz (Vences-Pérez *et al.*, 2015). Por lo anterior, los sistemas de ganado bovino en condiciones de trópico seco, utilizan elevadas cantidades de insumos externos, lo que afecta directamente escala económica de la sostenibilidad, sobre todo en el rubro de viabilidad económica. No obstante que los resultados de este análisis indican un aprovechamiento eficiente de la energía; a nivel global la sostenibilidad se ve afectada (Salas-Reyes *et al.*, 2015).

Cuadro 1. Entradas de energía

Entradas	Cantidad por ha	Equivalente a MJ	Porcentaje (%)
Mano de obra			
<i>Tumba</i>	4.18	66.82	0.23
<i>Siembra</i>	3.09	48.56	0.16
<i>Control de malezas</i>	1.88	29.49	0.10
<i>Fertilización</i>	3.34	55.47	0.19
<i>Control de plagas</i>	2.46	38.61	0.13
<i>Arranque de malezas</i>	0.81	12.75	0.04
<i>Cosecha</i>	8.43	132.23	0.45
<i>Operador maquinaria</i>	7.31	15.15	0.05
Gasolina (L)	71.17	594.85	2.02
Energía Directa		993.93	3.37
Maquinaria (h)	7.31	500.99	1.70
Herbicida (L)	3.97	945.78	3.21
Fertilizantes (kg)	0.00	0.00	0.00
<i>Súper Fosfato de Calcio Simple</i>	164.03	1,042.54	3.54
<i>Sulfato de Amonio</i>	422.38	23,378.69	79.29
<i>Urea</i>	10.07	610.52	2.07
<i>Cloruro de Potasio</i>	5.96	40.00	0.14
<i>18-46</i>	0.77	47.39	0.16
Insecticidas	0.00	0.00	0.00
<i>Líquido (L)</i>	0.95	341.19	1.16
<i>Granulado (kg)</i>	3.43	1249.55	4.24
Semilla (kg)	10.15	335.07	1.14
Energía indirecta		28,491.73	96.62
Total	731.69	29,485.66	100.00

Cuadro 2. Salidas de energía e indicadores de eficiencia

Productos	Kg/ha	MJ /ha
Grano	1,250.00	17,062.5
Mazorca molida	1,000.00	13650
Rastrojo molido con mazorca	420.00	4796.4
Ensilado	410.00	4218.9
Grano molino	140.00	1911
Rastrojo	130.00	1,190.8
Total salidas	3,350.00	42,829.60
Total entrada		29,485.66
Eficiencia		1.45
Energía específica (MJ/kg)		8.80
Productividad energética (kg/MJ)		0.11
Retorno de energía neta (MJ/ha)		13,343.94

La eficiencia energética del sistema analizado (1.45 MJ/kg) fue menor al reportado en la India por Patel *et al.* (2014) donde se observaron valores de 4.73 MJ/kg de maíz. Sin embargo, en este sistema el uso de combustible representó 4,240.8 MJ/ha, respecto a los 2,846.76 MJ/ha en el estado de México. Esto hace notar que la eficiencia del sistema analizado resulto inferior, debido a un menor retorno de energía neta 13,345.96MJ/ha comparado con los 39,688. 19 MJ/ha en la India. En el Estado de Oaxaca se evaluaron diferentes sistemas de labranza para el maíz; labranza con tracción animal (LTA), labranza mixta (LMX) y labranza mecanizada (LM). El sistema más eficiente fue en LTA con un valor de 34.4MJ/Kg, en cambio el sistema menos efectivo fue LM obteniendo valores de 5.2MJ/kg debido al mayor uso de maquinaria y combustible (Ruiz-Vega *et al.*, 2015), similar a los valores obtenidos en este estudio. De lo anterior se puede desprender que un sistema resultaría más eficiente en la medida que disminuya el uso de insumos externos, como se demostró en el sistema LTA en Oaxaca Al respecto, Blanco *et al.* (2014) destacaron que la carencia de un Programa de Manejo Integrado (PMI) en el cultivo de maíz ha ocasionado un alto uso de agroquímicos por unidad de superficie. Sin embargo, esta estrategia bien planificada puede minimizar el impacto ambiental y disminuir los costos de producción de la actividad.

CONCLUSIÓN

El cultivo de maíz en sistemas doble propósito en condiciones de trópico seco, característico del sur del estado de México, bajo un sistema de siembra tradicional, es eficiente en el uso de la energía. Sin embargo, la utilización de insumos externos principalmente combustible y agroquímicos, limita la sostenibilidad del sistema.

AGRADECIMIENTO

Se agradece la participación de los ganaderos del Municipio de Tlatlaya, estado de México, a la Universidad Autónoma del Estado de México por el financiamiento del proyecto Evaluación de la sostenibilidad de la ganadería bovina en México, Argentina y Paraguay, desde un enfoque territorial: situación actual y perspectivas ante retos sociales, ambientales, económicos y tecnológicos, Clave de Convenio 3729/2014CIC y al Cuerpo Académico en Sistemas de Producción Animal y Recursos naturales (CASPAREN), que apoyaron en el desarrollo del trabajo.

REFERENCIAS

- Blanco, C. A., Pellegaud, G., Nava-Camberos, J., Lugo-Barrera, U., Vega-Aquino, D., Coello, P., Terán-Vargas, J., Antonio P. y Vargas-Camplis, J. 2014. Maize Pests in Mexico and Challenges for the Adoption of Integrated Pest Management Programs. *Journal of Integrated Pest Management*. 5 (4): E1-E9.
- FIRA 2015. Panorama Agroalimentario. Dirección de investigación y evaluación económica y sectorial. Maíz 2015. 37 pp.
- Hellin, J., Erenstein, O., Beuchelt, T., Camacho, C. y Flores, D. 2013. Maize stover use and sustainable crop production in mixedcrop–livestock systems in Mexico. *Field Crops Research*.153: 12–21.
- INEGI. (2015). Información nacional, por entidad federativa y municipios. Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=15>. Consultado: julio de 2017.

- Khosruzzaman, S., Asgar, M.A., Karim, N. y Akbar, S. 2010. Energy intensity and productivity in relation to agriculture– Bangladesh perspective. *Journal of Agricultural Technology*. 6 (4): 615-630.
- Meul, M., Nevens F., Reheul, D., Hofman, G. 2007. Energy use efficiency of specialized dairy, arable and pig farms in Flanders. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 119: 135–144.
- Patel, P. J., Bhut, A. C., Gupta, P. 2014. Energy Requirement for Kharif Maize Cultivation in Panchmahal District of Gujarat. *Journal of AgriSearch*. 1(3):168-172.
- Ribal, J., Sanjuan, N., Clemente, G., Loreto, F. L. 2009. Medición de la ecoeficiencia en procesos productivos en el sector agrario. Caso de estudio sobre producción de cítricos. *Economía Agraria y Recursos Naturales*. 9 (1): 125-148.
- Ruiz-Vega, J., Mena-Mesa, N., Diego-Nava, F., Herrera-Suárez, M. 2015. Productivity and energy efficiency of three tillage systems for maize (*Zea mayz* L.) production. *Revista Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia*. 76: 66-72.
- Salas-Reyes, I. G., Arriaga-Jordán, C. M., Rebollar-Rebollar, S., García-Martínez, A. y Albarrán-Portillo, B. 2015. Assessment of the sustainability of dual-purpose farms by the IDEA method in the subtropical area of central Mexico. *Tropical Animal Health Production*. 47:1187–1194.
- Vences-Pérez, J., Nájera-Garduño, A. de L., Arriaga-J. C. M., Albarrán-Portillo, B., Rebollar-Rebollar, S y García-Martínez, A. Utilización del método IDEA para evaluar la sustentabilidad de la ganadería del Estado de México. *Sustentabilidad productiva sectorial. Algunas evidencias de aplicación. México*. 15-39.

UNIVERSIDAD



DE CHIAPAS

AUTONOMA