



# Producción Agropecuaria: Un enfoque integrado



" *Producción Agropecuaria: Un enfoque integrado* " / Editores

Victor Manuel Meza Villalvazo et al. – Primera edición. – Loma Bonita Oaxaca, México 2019

296 páginas en las que se incluye cuadros, figuras, ilustraciones y referencias bibliográficas en cada uno de los temas contenidos en la obra

ISBN: **978-607-98543-1-7**

1. Agricultura – Investigación – México. \ 2. Ganadería – Investigación – México.

\ 3. Acuicultura – Multidisciplinaria – Investigación – México.

Primera edición, 2019

D. R. © Universidad del Papaloapan, Av. Ferrocarril s/n, CD. Universitaria, Loma Bonita, Oax., México C.P. 68400.

[www.unpa.edu.mx](http://www.unpa.edu.mx)

Esta obra fue dictaminada mediante el sistema de pares ciegos, por un Comité Científico interinstitucional que contó con el apoyo de evaluadores de diferentes Instituciones y dependencias públicas. Las denominaciones empleadas y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Editores, juicio alguno sobre la delimitación de fronteras o límites y la mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que editores los apruebe o recomienden de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan. Aunque la Universidad del Papaloapan, fomenta la reproducción y difusión parcial o total del material contenido, queda prohibida su reproducción total sin contar previamente con la autorización expresa y por escrito del titular, en términos de la Ley Federal de Derechos de Autor. Su uso para fines no comerciales se autorizará de forma gratuita previa solicitud. La reproducción para la reventa u otros fines comerciales, incluidos fines educativos, podría estar sujeta a pago de derechos o tarifas. **Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura de los editores de la publicación.**

ISBN: en trámite

Coordinadores de la edición: Victor Manuel Meza Villalvazo y Alfonso Juventino Chay Canul

Responsable de la edición: Alfonso Juventino Chay Canul y Victor Manuel Meza Villalvazo

Diseño de portada: Navia Damara Tovar Cruz

Asistentes editoriales: Adriana Sánchez Zarate

Impreso y hecho en Loma Bonita Oaxaca, México.

|   |     |
|---|-----|
| Gabriela Díaz Félix, José Antonio YamTzec, César García-Arellano  |     |
| Expresión de genes PR en hojas de plántulas de jitomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) inoculadas con <i>Nacobbus aberrans</i> .....   | 95  |
| Aldo Guadalupe Bustamante-Ortiz, Ernestina Valadez Moctezuma, Anselmo de Jesús Cabrera Hidalgo, Nahúm Marban Mendoza.   |     |
| Evaluación de sustratos endémicos en la germinación, crecimiento y desarrollo de plántulas de cacahuete ( <i>Arachis hypogaea</i> ) .....   | 105 |
| Emanuel Pérez López, Mercedes Muraira Soto, Roberto Panuncio Mora Solís, Marisol Santiago Lucas, José Guadalupe Cisneros de los Ángeles   |     |
| Incidencia de <i>Botrytis cinerea</i> en racimos de jitomate bajo casa sombra y campo abierto .....   | 111 |
| Antonio-Luis M.C, Domínguez-Crisanto C, Palacios-Torres R.E, Ramírez-Seañez A.R, Hernández-Hernández H, Díaz-Félix G, Yam-Tzec J  |     |
| Biotecnologías reproductivas para el siglo XXI. Revisión.....   | 117 |
| Julio P. Ramón Ugalde   |     |
| Crianza de becerros en el trópico .....   | 122 |
| MVZ/ MC Albino Mateos Romo  |     |
| Minimizando los impactos ambientales: por una dieta sustentable para animales .....   | 129 |
| Nadia Alejandra Sánchez Guerra, Lizbeth E. Robles Jiménez, Octavio Castelán Ortega, Jorge Osorio Avalos, Manuel González Ronquillo  |     |
| Ciclo estral y programas de inseminación artificial en ganado lechero en sistemas intensivos .....  | 139 |
| Joel Hernández Cerón  |     |
| Reflexiones sobre el reinicio de la actividad ovárica posparto en vacas explotadas bajo condiciones tropicales .....  | 151 |
| Carlos S. Galina  |     |
| Control de parásitos gastrointestinales resistentes a antihelmínticos en granjas ovinas .....   | 157 |
| Juan Felipe de J. Torres Acosta, Hervé Hoste, Carlos A. Sandoval Castro, José I. Chan Pérez, Pedro G. González Pech, Javier Ventura Cordero, Sarahi Castañeda Ramírez, María G. Mancilla Montelongo, Nadia F. Ojeda Robertos, Cintli Martínez Ortiz de Montellano |     |
| Morfometría de la cabeza del espermatozoide en bovinos Beefmaster, Charbray, Simbrah y Charolais .....  | 165 |
| Carla Concepcion Chale Kantun, Isis Bolio Montes, Yleana Presuel Encalada, Andres Juarez Mex, Perla Marina Gala Paredes, Héctor Magaña Sevilla  |     |
| Morfometría de la cabeza del espermatozoide en ovinos Katahdin.....   | 171 |

---

## Minimizando los impactos ambientales: por una dieta sustentable para animales

### Minimizing environmental impacts: for a sustainable animal diet

NADIA ALEJANDRA SÁNCHEZ GUERRA<sup>1,2</sup>, LIZBETH E. ROBLES JIMÉNEZ<sup>2</sup>, OCTAVIO CASTELÁN ORTEGA<sup>2</sup>, JORGE OSORIO AVALOS, MANUEL GONZÁLEZ RONQUILLO<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Carretera Victoria-Mante, Km 5, 87000, Cd. Victoria, Tamaulipas, México; <sup>2</sup> Departamento de Nutrición Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México, Instituto Literario 100, 50000, Toluca, México.

\*Corresponding author: [mrg@uaemex.mx](mailto:mrg@uaemex.mx)

---

#### RESUMEN

El uso de indicadores en dietas sustentables para animales (StAnD), nos permite evaluar de manera sostenible el impacto que tiene una dieta en el medio ambiente, bajo la perspectiva de los tres pilares de la sustentabilidad (personas, planeta y economía), en este apartado se presentan algunos indicadores que contemplan el planeta, como son minimizar la contaminación ambiental (minimizando la contaminación del agua, y el Nitrógeno), asimismo la conservación de recursos no renovables (minimizando la huella de carbono y el no uso de cereales en las dietas para animales que compiten con la alimentación humana), derivado de este estudio se muestra que el exceso de nitrógeno y fósforo en la dieta repercuten en una mayor excreción del mismo al medio ambiente y por consiguiente una eutrofización y contaminación del agua. Asimismo, la suplementación de concentrado (uso de cereales) por litro producido de leche en vacas de doble propósito en pastoreo no tuvo un efecto en el incremento en la producción lechera, sin embargo, se registraron mayores producciones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O con las dietas que presentaron mayores cantidades de concentrado, por lo cual es conveniente analizar la utilización de concentrado en vacas en pastoreo a pequeña escala bajo condiciones de tropico, con la finalidad de minimizar las excreciones de CH<sub>4</sub> y NO<sub>2</sub>.

**Palabras clave:** Vacas lecheras, Tropico, Pastoreo, Sustentabilidad.

#### ABSTRACT

The use of indicators in sustainable animal diets (StAnD), allows us to evaluate in a sustainable way the impact that an animal diet has on the environment, from the perspective of the three pillars of sustainability (people, planet and profitability), in this document we present some indicators that contemplate the planet impact in minimizing environmental pollution (i.e

minimizing water pollution, and nitrogen), as well as the conservation of non-renewable resources (i.e. minimizing the carbon footprint and not using cereals in the diets for animals that compete with human feeding), derived from this study shows that the excess of nitrogen and phosphorus in the diet have an impact on its greater excretion into the environment and therefore eutrophication and water pollution. Likewise, concentrate supplementation (use of cereals) per liter of milk produced in dual-purpose grazing cows did not have an effect on the increase in milk production, however, higher production of CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O was registered with the diets presented greater amounts of concentrate, which is why it is convenient to analyze the use of concentrate in small-scale grazing cows under tropical conditions, in order to minimize the excretions of CH<sub>4</sub> and NO<sub>2</sub>.

**Key words:** Dairy cows, Rain forest, Grazing, Sustainability.

## INTRODUCCIÓN

El aumento en la población mundial está reduciendo las áreas cultivables y productivas para las zonas ganaderas, en consecuencia el suministro de alimentos podría verse afectado en las próximas décadas. El departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (2017) estima que para el año 2050 la población alcanzará 9.800 millones de habitantes, por lo que la principal vertiente de esta situación es la intensificación de la producción alimenticia tanto vegetal como cárnica, ya que se requerirá aproximadamente un 70% más de alimentos para ese año en comparación con lo presentado en el año 2000 (Bruinsma, 2009). Sin embargo, el impacto ambiental que el planeta puede tolerar tiene sus limitantes, por lo que en la actualidad nos enfrentamos a la necesidad de producir más sin causar daños negativos al medio ambiente. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), en conjunto con expertos internacionales desarrollaron el concepto de "Dietas sustentables para animales" (StAnD), con la finalidad de promover la sostenibilidad del sector ganadero, el cual se basa en tres dimensiones de sostenibilidad: Planeta, Personas y Economía, además de integrar la importancia del uso eficiente de los recursos naturales, la protección al medio ambiente, los beneficios socioculturales, la ética y responsabilidad, así como diversos criterios para ofrecer productos económicamente viables y seguros para la alimentación. Dicho concepto toma en cuenta todas las etapas de producción, desde la producción y uso de los piensos, así como la cadena de transporte, almacenamiento, comercialización y consumo de los alimentos. Para ello se desarrollaron 32 elementos, que se consideraron importantes para evaluar la sostenibilidad de una dieta: sostenibilidad ambiental (Planeta), económica (Beneficio) y social (Personas) (Makkar y Ankers, 2014; FAO, 2014). Actualmente los sistemas de producción convencionales requieren de mayores insumos de energía, tierra, productos químicos y agua, los cuales son cada vez más escasos (Preston, 2009), por lo que en la presente se habla acerca del deterioro del medio ambiente a causa de la producción ganadera (leche y carne), tomando en cuenta parámetros para minimizar los efectos negativos causados al planeta debido a dicha producción, delimitando los puntos establecidos en la dimensión que habla sobre el Planeta.

## **DIMENSIONES, TEMAS Y ELEMENTOS DE LA STAND**

Es bien sabido que los costos de producción se ven elevados por los gastos representados hacia la alimentación animal (hasta un 70%); además este parámetro afectará la productividad, el estado de salud y bienestar del mismo, por lo que es de vital importancia el desarrollar técnicas que ayuden a disminuir los costos de producción sin deteriorar el estado de salud del individuo, además de que éste produzca efectos negativos en el medio que lo rodea (Shimada, 2017)

El término "Dietas sustentables para animales" (StAnD), se refiere a la integración de varios elementos para propiciar que la dieta sea saludable y adecuada, respetuosa con el medio ambiente, accesible a la población y que reduzca el impacto negativo al medio ambiente.

Los temas de dimensión enfocada al planeta consideraron: minimizar la contaminación ambiental, conservar recursos no renovables y proteger las tierras y la biodiversidad. Para la dimensión de personas, los temas fueron: respetar las nociones éticas, cumplir con los requisitos socioculturales y mejorar el desarrollo humano. Y para la dimensión de economía fueron: eficiencia económica, viabilidad económica e independencia económica.

Siendo la sostenibilidad del medio ambiente un principio importante para una gestión responsable se ha considerado los temas de la dimensión del planeta para identificar factores que ayuden a reducir los costos ambientales de producir y utilizar una dieta animal (Tabla 1).

## **PLANETA**

La ganadería ocupa 78% de la tierra agrícola en el planeta, a medida que el sector ganadero se desarrolla, sus requerimientos de tierra crecen y el sector sufre una transición geográfica que involucra cambios en la intensidad del uso de la tierra y en los patrones de distribución geográfica. A su vez, se reconoce que las actividades ganaderas son un factor clave para el cambio climático (Pérez-Espejo, 2008). Datos expuestos por la FAO (2017) relacionan a la ganadería como la responsable del 14,5% de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero; por lo que el considerar los elementos planteados por las StAnD podría apoyar en la disminución de los factores adversos y con ello poder producir productos sustentables.

Tomando en cuenta los temas mencionados en la dimensión de planeta (Tabla 1) nos enfocaremos a los elementos 1, 3y 7 para dar alternativas que apoyen a reducir los niveles de contaminación en el medio.

**Tabla 1.** Temas y elementos de la Dimensión del Planeta en las "Dietas sostenibles para animales" (StAnD).

| Dimensión | Temas                                      | No. | Elementos  |
|-----------|--|-----|--|
| Planeta   | Minimizar la contaminación ambiental       | 1   | <b>StAnD debe minimizar la contaminación del agua</b>                        |
|           |  | 2   | StAnD debe minimizar la contaminación del aire                               |
|           |  | 3   | <b>StAnD debe minimizar la interrupción del ciclo global de N</b>            |
|           |  | 4   | StAnD debe reutilizar el desperdicio de alimentos en dietas animales         |
|           | Conservación de recursos no renovables.    | 5   | StAnD debe usar un mínimo de agua  |
|           |  | 6   | StAnD debe usar un mínimo de energía   |
|           |  | 7   | <b>StAnD debe dejar una mínima huella de carbono</b>                         |
|           | Protección de la tierra y la biodiversidad | 8   | StAnD no se deben usar ingredientes de consumo humano para piensos           |
|           |  | 9   | StAnD debe utilizar preferentemente recursos de alimentación locales         |
|           |  | 10  | StAnD debe mejorar la resiliencia del sistema de producción ganadera         |
|           |  | 11  | StAnD debe respetar la diversidad paisajística y el valor estético del lugar |
|           |  | 12  | StAnD no debe conducir a la deforestación y degradación de la tierra         |
|           |  | 13  | StAnD se debe minimizar la tierra cultivable para producir ingredientes      |

### MINIMIZAR LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA, MINIMIZANDO LAS EXCRECIONES DE FÓSFORO

La utilización de minerales en la dieta de los animales es de vital importancia, ya que si en alguna de las etapas de producción del animal se ve deficiente de ellos se podrán suscitar trastornos en el desarrollo normal de individuo. El fósforo (P) es un macromineral esencial que debe ser administrado en la dieta; sin embargo la administración del mismo deberá ser realizada de forma prudente ya que dicho mineral se excreta al medio ambiente. En el caso del P a mayor porcentaje de inclusión en la dieta, mayor será el porcentaje de excreción; mismo que al excretarse podría provocar daños en el medio ambiente, principalmente si este se dirige hacia cuerpos de agua, pudiendo causar procesos de eutrofización.

Se define como eutrófico al aumento de nutrientes en un cuerpo de agua, principalmente nitrógeno (N) y fósforo (P), aunque se han encontrado otros minerales como Silice (Si), Potasio (K), Calcio (Ca), Hierro (Fe) y Manganeseo (Mn), mismo que puede ocurrir de manera natural o por intervención humana, siendo éste último el de mayor incidencia (Chapa-Balcorta y Guerrero-Arenas, 2010).

Algunas de las causas de eutrofización antropogénica son las descargas de aguas residuales depositadas en los afluentes de agua, provenientes principalmente de la ganadería, así como el uso indiscriminado de fertilizantes y la deforestación y erosión de los suelos agrícolas, debido a que al no poder penetrar las capas del suelo los nutrientes se escurren hacia los afluentes de agua en las épocas de lluvia (RAP-AL, 2010., Moreno-Franco et al., 2010).

Este aumento en la concentración de nutrientes producirá cambios físicos, químicos y biológicos que incrementarán la producción de algas y plantas en exceso que reducirán la calidad del agua, provocando un aumento en la turbidez de la misma y el agotamiento del oxígeno disuelto (OD), por lo que si este problema persiste pudiera provocar la muerte de los organismos aerobios y por consiguiente la acidificación del agua por los gases desprendidos (amonio, sulfuro y metano) (Chapa-Balcorta y Guerrero-Arenas, 2010).

En un estudio anterior (Sanchez Guerra et al. 2018) se determinaron los porcentajes de absorción y excreción de P al medio ambiente en ovinos (Tabla 2), en el que se muestran las excreciones de P excretado al medio ambiente (12.9 a 97.0% de excreción según el consumo).

Por lo que al formular las dietas se deben tomar en cuenta todos los valores requeridos por el animal, según su especie y finalidad zootécnica, sin embargo, al momento de la formulación de raciones se suele suplementar con pre mezclas minerales que contienen mayores concentraciones de P u otros minerales, mismos que no serán aprovechados por el animal, por lo que se debe de tener cuidado al momento de la formulación de dietas, ya que normalmente pensamos en deficiencia de minerales, pero no en un exceso de los mismos, procurando no administrar una sobre dosis de dicho elemento ya que como se comprobó a mayor inclusión en la dieta, mayores porcentajes de excreción.

## MINIMIZAR LAS EXCRECIONES DE NITRÓGENO

Algunos estudios (Pacheco y Waghorn, 2008) informan que en vacas lecheras la excreción de nitrógeno es de hasta un 72%, el cual se elimina principalmente por las heces y la orina. En 12 vacas F1 ( $\frac{1}{2}$  *Bos taurus* -  $\frac{1}{2}$  *Bos indicus*) se evaluó el nivel de concentrado (0, 150, 300 y 450 g MS/litro de leche producida). Los resultados mostraron que se eliminó mayor cantidad de N por la orina (Tabla 3). Castillo et al. (2001) mencionan que cuando hay consumos superiores a 400 g N/d, la excreción aumenta exponencialmente en la orina, mientras que por la leche y las heces disminuye linealmente. Olmos y Broderick, (2006) mencionan que cualquier aumento superior

a 16.5% de PC en la dieta, la pérdida del nitrógeno se genera por medio de la orina, aumentándose el volumen de orina de 17.3 a 21.7 L/d en respuesta a una mayor suplementación.

**Tabla 2.** Consumo, excreción (g/d) y eficiencia (%) de utilización de fósforo en ovinos

| Variable                      | Mínimo | Máximo | Media | Desviación estándar |
|-------------------------------|--------|--------|-------|---------------------|
| PV, kg                        | 23.00  | 50.00  | 39.43 | 8.97                |
| CMS, kg /d                    | 0.54   | 1.84   | 1.002 | 0.26                |
| P ingerido (g/d)              | 1.45   | 7.47   | 3.91  | 1.82                |
| P fecal                       | 0.56   | 6.54   | 2.20  | 1.45                |
| P orina                       | 0.0046 | 1.93   | 0.28  | 0.47                |
| P excretado total             | 0.58   | 6.69   | 2.49  | 1.71                |
| P retenido                    | 0.07   | 5.49   | 1.42  | 1.35                |
| Eficiencia (%)                | 2.95   | 87.13  | 35.35 | 25.50               |
| % P excreta al medio ambiente | 12.87  | 97.05  | 64.65 | 25.50               |

**Tabla 3.** Consumo de N (g/d) y Digestibilidad aparente del N en vacas F1 lactantes alimentadas en pastoreo y suplementadas con niveles crecientes concentrado

| Variable <sup>1</sup>       | Tratamiento         |                      |                     |                     | EEM   | Significancia |        |            |
|-----------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-------|---------------|--------|------------|
|                             | 0.00                | 0.15                 | 0.30                | 0.45                |       | Tratamiento   | Lineal | Cuadrático |
| N consumido, g/d            | 219.16 <sup>c</sup> | 230.32 <sup>bc</sup> | 237.03 <sup>b</sup> | 282.38 <sup>a</sup> | 4.20  | 0.0001        | 0.0004 | 0.0628     |
| N excretado g/d             | 199.54 <sup>b</sup> | 204.62 <sup>b</sup>  | 207.34 <sup>b</sup> | 237.75 <sup>a</sup> | 6.74  | 0.0014        | 0.0047 | 0.0693     |
| Heces, g N/d                | 60.56 <sup>b</sup>  | 64.22 <sup>ba</sup>  | 66.48 <sup>a</sup>  | 80.08 <sup>a</sup>  | 1.25  | 0.0001        | 0.0002 | 0.0617     |
| Orina, g N/d                | 138.98 <sup>b</sup> | 140.40 <sup>b</sup>  | 140.85 <sup>b</sup> | 157.68 <sup>a</sup> | 1.56  | 0.0106        | 0.0298 | 0.0769     |
| Leche, gN/d                 | 32.40               | 31.34                | 26.53               | 38.16               | 3.39  | 0.1380        | 0.8900 | 0.0711     |
| Balanza, g N/d              | -12.78 <sup>b</sup> | -5.64 <sup>b</sup>   | 3.16 <sup>a</sup>   | 6.47 <sup>a</sup>   | 1.54  | 0.0001        | 0.0001 | 0.7343     |
| Fecal N/N consumido (%)     | 27.60 <sup>e</sup>  | 27.90 <sup>c</sup>   | 28.07 <sup>b</sup>  | 28.33 <sup>a</sup>  | 0.003 | 0.0001        | 0.0001 | 0.5781     |
| Urinario N/N consumido (%)  | 63.42 <sup>a</sup>  | 61.02 <sup>b</sup>   | 59.47 <sup>b</sup>  | 56.12 <sup>c</sup>  | 0.010 | 0.0001        | 0.0001 | 0.1548     |
| Leche N/N consumido (%)     | 14.85               | 13.46                | 11.09               | 13.17               | 1.08  | 0.1288        | 0.0721 | 0.1205     |
| Excretado N/N consumido (%) | 27.60 <sup>e</sup>  | 27.90 <sup>c</sup>   | 28.07 <sup>b</sup>  | 28.33 <sup>a</sup>  | 0.02  | 0.0001        | 0.0001 | 0.4966     |

### MINIMIZAR LA HUELLA DEL CARBONO: MINIMIZAR EMISIONES DE METANO, ÓXIDO NITROSO Y DIÓXIDO DE CARBONO

La producción animal ha sido identificado como una importante fuente de gases de efecto invernadero, estimándose en producción global de 5.335 Mt de CO<sub>2</sub> equivalente por año (Rotz, 2017) y representando alrededor del 18% de las emisiones antropogénicas (Steinfeld et al., 2006). La producción de leche aporta con un total de 1,969 Mt de CO<sub>2</sub> eq. incluyendo las

actividades de deforestación, procesamiento de leche, producción de leche y producción de carne tanto de engorda como de animales de desecho (FAO, 2010).

Al igual que en el resto de los sistemas de producción con animales rumiantes, las principales fuentes de gases de efecto invernadero desde granjas lecheras corresponden al CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, los cuales provienen de la fermentación entérica, almacenamiento y manejo de estiércol, así como la producción de cultivos y pastizales. En este aspecto, la alimentación animal juega un papel importante en la sostenibilidad de los sistemas de producción pecuarios al condicionar las emisiones de gases de efecto invernadero (Makkar, 2013). El 40% de la producción de leche en México, se basa en vacas F1 del trópico y normalmente se suplementan con concentrados (SAGARPA, 2016), sin embargo, debe de evaluarse el efecto de la producción de leche con la suplementación de concentrado y el impacto medioambiental provocado. Se realizó un estudio para evaluar el nivel de concentrado (0, 150, 300 y 450 g MS/litro de leche producida) en 12 vacas F1 (½ *Bos taurus* - ½ *Bos indicus*), y estimar la emisión de los gases de metano (CH<sub>4</sub>), óxido nítrico (N<sub>2</sub>O) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a partir del Tier II (IPCC, 2006) (Tabla 4).

La suplementación de concentrado por litro producido de leche en vacas de doble propósito en pastoreo no tuvo un efecto en el incremento en la producción lechera, además de no modificar su composición química, sin embargo se registraron mayores producciones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O con la dietas que presentaron mayores cantidades de concentrado, por lo cual es conveniente analizar la utilización de concentrado en vacas en pastoreo a pequeña escala ya que el uso de grandes cantidades de concentrado, no incrementa la producción láctea incrementando los costos de producción de leche.

**Tabla 4.** Consumo de materia seca, producción de leche y producción de CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub> en vacas lecheras híbridas F1 en pastos suplementados con diferentes niveles de concentrado en zonas tropicales húmedas.

| Variable                         | Tratamiento        |                    |                    |                    | EEM   | Significancia |        |            |
|----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|---------------|--------|------------|
|                                  | 0.00               | 0.15               | 0.30               | 0.45               |       | Tratamiento   | Lineal | Cuadrático |
| Peso vivo <sup>0.75</sup>        | 108.5              | 107.6              | 109.1              | 109.9              | 0.39  | 0.7403        | 0.5910 | 0.7401     |
| CMS g/kg PV <sup>0.75</sup>      | 117.9              | 117.1              | 113.5              | 122.3              | 2.15  | 0.3509        | 0.8967 | 0.1332     |
| Leche corregida, 3.5%, Kg        | 8.5                | 8.2                | 7.2                | 10.3               | 0.93  | 0.1575        | 0.7316 | 0.0702     |
| GE ingerida(MJ/d)                | 212.7 <sup>a</sup> | 217.2 <sup>b</sup> | 219.3 <sup>b</sup> | 251.9 <sup>a</sup> | 2.86  | 0.0001        | 0.0093 | 0.0682     |
| CH <sub>4</sub> L/d              | 546.7 <sup>b</sup> | 558.2 <sup>b</sup> | 563.5 <sup>b</sup> | 647.5 <sup>a</sup> | 7.35  | 0.0001        | 0.0093 | 0.0682     |
| CH <sub>4</sub> g /vaca/d        | 390.5 <sup>a</sup> | 398.7 <sup>a</sup> | 402.5 <sup>a</sup> | 462.5 <sup>a</sup> | 5.25  | 0.0001        | 0.0093 | 0.0682     |
| CH <sub>4</sub> g /Kg leche,3.5% | 46.7               | 51.7               | 59.4               | 50.1               | 4.09  | 0.1815        | 0.1861 | 0.0888     |
| CH <sub>4</sub> g / Kg MS        | 30.6 <sup>a</sup>  | 31.7 <sup>a</sup>  | 32.6 <sup>a</sup>  | 34.4 <sup>a</sup>  | 0.19  | 0.0001        | 0.0001 | 0.1104     |
| N <sub>2</sub> O g / vaca /d     | 61.1 <sup>c</sup>  | 67.4b <sup>c</sup> | 69.3 <sup>b</sup>  | 82.6 <sup>a</sup>  | 1.23  | 0.0001        | 0.0004 | 0.0628     |
| CO <sub>2</sub> eq/kg leche3.5%  | 2.3                | 2.6                | 3.1                | 2.6                | 0.200 | 0.0895        | 0.0548 | 0.0887     |

Consumo de materia seca (CMS, g/kg PV<sup>0.75</sup>), Metano (CH<sub>4</sub>), Energía bruta ingerida (GE), Óxido nítrico (N<sub>2</sub>O), Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

## CONCLUSION

El uso de indicadores en dietas sustentables para animales nos permite evaluar de manera sostenible el impacto que tiene una dieta en el medio ambiente, exceso de nitrógeno y fósforo en la dieta repercuten en una mayor excreción del mismo al medio ambiente y por consiguiente una eutrofización y contaminación del agua. Así mismo la suplementación de concentrado por litro producido de leche en vacas de doble propósito en pastoreo no tuvo un efecto en el incremento en la producción lechera, sin embargo se registraron mayores producciones de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$  con las dietas que presentaron mayores cantidades de concentrado, por lo cual es conveniente analizar la utilización de concentrado en vacas en pastoreo a pequeña escala bajo condiciones de trópico.

## AGRADECIMIENTOS

La MVZ. Nadia A. Sánchez Guerra y la M en C. Lizbeth E. Robles Jiménez, fueron beneficiadas con una beca CONACyT durante sus estudios de Especialidad en Producción Ovina y Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Autónoma del Estado de México, respectivamente. Este proyecto fue financiado por UAEM 4335/2017.

## REFERENCIAS

- Castillo, A. R., E. Kebreab, D. E. Beaver, and J. France. 2001. A review of efficiency of nitrogen utilization in lactating dairy cows and its relationship with environmental pollution. *J. Anim. Feed Sci.* 9:1–32
- Bruinsma J. 2009. By how much do land, water and crop yields need to increase by 2050? FAO Expert meeting on how to feed the world in 2050, 24–26 June 2009. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy. <http://www.fao.org/3/a-ak971e.pdf>
- Chapa-Balcorta, C., y Guerrero-Arenas, R. 2010. Eutrofización: Abundancia que mata. *Revista Como ves* 134, 22-25.
- FAO. 2010. Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector. A Life Cycle Assessment. Food And Agriculture Organization Of The United Nations. Animal Production and Health Division. 98 pp.
- FAO. 2014. Towards a Concept of Sustainable Animal Diets. By Makkar H., and Ankers, P. (Eds) Report based on the collated results of a survey of stakeholder views. FAO Animal Production and Health reports No.7. FAO, Rome, Italy.
- FAO, 2017. El trabajo de la FAO sobre el cambio climático. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el cambio climático 2017, 8 p. <http://www.fao.org/3/a-i8037s.pdf>
- IPCC, 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Greenhouse Gas Inventories Programme, IGES, Japan.

- Makkar H., and Ankers, P. 2014. Towards sustainable animal diets: A survey-based study. *Animal Feed Science and Technology*. 198: 309-322.
- Makkar, H.P.S. 2013. Towards sustainable animal diets. In *Proceedings of the FAO Symposium optimization of feed use efficiency in ruminant production systems*. Vol. 16. pp. 67-74. Rome. FAO. 121 pp.
- Moreno-Franco, D.P., Quintero-Manzano, J., y López-Cuevas, A., 2010. Métodos para identificar, diagnosticar y evaluar el grado de eutrofia. *Revista ContactoS* 78, 25-33.
- Olmos, J.J and Broderich, G.A. 2006. Effect of Dietary Crude Protein Concentration on Milk Production and Nitrogen Utilization in Lactating Dairy Cows. *J.Dairy Sci*. 89:1704-1712.
- ONU. 2017. La población mundial aumentará en 1.000 millones para 2030. Nueva York, E.U.: <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/world-population-prospects-2017.html>
- Pacheco, D., and G. C. Waghorn. 2008. Dietary nitrogen-definitions, digestion, excretion and consequences of excess for grazing ruminants. *Proc. N. Z. Grassl. Assoc.* 70:107-116.
- Pérez-Espejo R. 2008. El lado oscuro de la ganadería. *Prob. Des, México*, v. 39, n. 154, p. 217-227
- Preston, T.R. 2009. Environmentally sustainable production of food, feed and fuel from natural resources in the tropics. *Trop. Anim. Health Prod.* 41, 1071-80.
- RAP-AL. 2010. Contaminación y eutrofización del agua: Impactos del modelo de agricultura industrial. RAP-AL, Montevideo, Uruguay.
- Shimada A. 2017. *Nutrición Animal*, 4ª edición, Trillas, México, 390 p.
- Rotz, C. A. 2017. Modeling greenhouse gas emissions from dairy farms. *Journal of Dairy Science*.
- SAGARPA- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2016. Escenario base 09-18. Proyecciones para el sector agropecuario de México. <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/EscenarioBase09.pdf>
- Sánchez Guerra N.A, Robles Jimenez L.E, Castelan Ortega O, Gonzalez Ronquillo M. 2018. Efecto en la absorción y excreción de fósforo en dietas para ovejas: Hacia una dieta sustentable. III Congreso Internacional y VII Seminario en producción animal y desarrollo rural sustentable. 3-5 Octubre. Universidad Michoacana.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., de Haan, C. 2006. *Livestock's Long Shadow. Environmental Issues and Options*. FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.