



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN DE BOVINOS EN EL TRÓPICO

**EFFECTO DEL ENSILADO DE MANGO EN DIETAS
PARA BECERROS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE
GAS *in vitro*, DIGESTIBILIDAD *in situ*,
CONSUMO, DIGESTIBILIDAD APARENTE Y
CARACTERÍSTICAS RUMINALES**

QUE PRESENTA:

ULISES REMO CAÑAVERAL MARTÍNEZ

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN PRODUCCIÓN DE BOVINOS EN EL TRÓPICO

CUAJINICUILAPA, GUERRERO, OCTUBRE DE 2021.



LA TESINA TITULADA **EFFECTO DEL ENSILADO DE MANGO EN DIETAS PARA BECERROS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE GAS *in vitro*, DIGESTIBILIDAD *in situ*, CONSUMO, DIGESTIBILIDAD APARENTE Y CARACTERÍSTICAS RUMINALES**, REALIZADA POR EL ALUMNO **ULISES REMO CAÑAVERAL MARTÍNEZ**, BAJO LA DIRECCIÓN DEL COMITÉ TUTORAL INDICADO Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN PRODUCCIÓN DE BOVINOS EN EL TRÓPICO

DIRECTOR



DR. PAULINO SÁNCHEZ SANTILLÁN

CODIRECTOR



DR. NICOLÁS TORRES SALADO

ASESOR



DR. JERÓNIMO HERRERA PÉREZ

ASESOR



DR. ADELAIDO RAFAEL ROJAS GARCÍA

ASESOR



DR. DAVID HERNÁNDEZ SÁNCHEZ

CUAJINICUILAPA, GUERRERO, OCTUBRE DE 2021

DEDICATORIAS

Dedico con todo mi corazón este trabajo de tesina a dios y a mi madre la **Sra. Josefina Martínez Junco**, tu fortaleza, consejos, bendiciones y la firme convicción que siempre llegará un día mejor, por eso y muchas otras cosas más te dedico este trabajo. Sé que todos los días me regalas tus bendiciones y de verdad se sienten, te las agradezco y devuelvo mi madre querida, espero dedicarte más logros y que dios te conserve muchos años más con nosotros y que tengamos la oportunidad de ver un día mejor para todos, madre te amo.

Dedico la culminación de este trabajo a mi pareja, hijos, hermanos, sobrinos y cuñados, todos. Dios los bendiga.

*Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y
no en el resultado, un esfuerzo total es una victoria completa.*

Mahatma Gandhi

*El éxito no es un accidente, es trabajo duro, perseverancia,
aprendizaje, estudio, sacrificio y, sobre todo,
amar lo que estás haciendo.*

PELÉ

AGRADECIMIENTOS

Son muchas personas a las cuales debo de agradecer por su ayuda y contribución al proceso y conclusión de este trabajo. En primer lugar, mi agradecimiento especial a mi asesor, coach y amigo **Dr. Paulino Sánchez Santillán**, gracias por darme la oportunidad de pertenecer a tu equipo, por tus consejos y enseñanzas.

Mi agradecimiento especial a mis asesores: Dr. Nicolás Torres Salado, Dr. Jerónimo Herrera Pérez, Dr. Adelaido Rafael Rojas García y Dr. David Hernández Sánchez. Gracias por su confianza, retroalimentación, experiencia, liderazgo y amistad.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca **No. 1007304**

Mi más sincero agradecimiento a la Maestría en Producción de Bovinos en el Trópico.

Sin duda y por siempre agradecido con la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2 de la Universidad Autónoma de Guerrero.

Por último y no menos importante a todos mis profesores, mis compañeros de clase Héctor, Fernando, Silverio y Apolinar, gracias. Mis compañeros en el laboratorio, de verdad muchas gracias por sus horas y horas de trabajo. A todos y cada uno de ustedes mis más sinceros y eternos agradecimientos.

CONTENIDO

DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS	ii
CONTENIDO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
JUSTIFICACIÓN	3
HIPÓTESIS	4
OBJETIVOS	5
General.....	5
Específicos.....	5
LITERATURA CITADA	6
CAPÍTULO 2.....	10
Efecto del ensilado de mango de desecho en dietas para becerros sobre la producción de gas <i>in vitro</i> , digestibilidad <i>in situ</i> , consumo, digestibilidad aparente y características ruminales	10
Resumen	11
1. Introducción	12
2. Materiales y métodos	13
2.1. Ubicación del estudio.....	13
2.2. Elaboración de silos.....	14

2.3. <i>Tratamientos</i>	14
2.4. <i>Ensayo in vitro</i>	14
2.5. <i>Ensayo in situ</i>	18
2.6. <i>Ensayo in vivo</i>	19
2.7. <i>Análisis químico</i>	21
2.8. <i>Análisis estadístico</i>	22
3.Resultados y discusión	23
3.1. <i>Ensayo in vitro</i>	23
3.2. <i>Ensayo in situ</i>	27
3.3. <i>Ensayo in vivo</i>	29
4. Conclusiones	34
5. Agradecimientos	35
6. Referencias	35
CAPÍTULO 3	53
CURSO-TALLER A PRODUCTORES.....	53
Resumen.....	53
Introducción	54
Objetivos.....	55
Desarrollo de las actividades	55
Conclusión	58
Recomendaciones e implicaciones.....	58
Literatura citada	58
Evidencias.....	59
PRIMER ESTANCIA PROFESIONAL	60

Resumen.....	60
Introducción	61
Objetivos.....	62
Desarrollo de las actividades	62
Conclusión	66
Recomendaciones e implicaciones.....	67
Literatura citada	67
Evidencias.....	68
SEGUNDA ESTANCIA PROFESIONAL.....	69
Resumen.....	69
Introducción	70
Objetivos.....	71
Desarrollo de las actividades	71
Conclusión	73
Recomendaciones e implicaciones.....	73
Literatura citada	74
Evidencias.....	75
TERCERA ESTANCIA PROFESIONAL	76
Resumen.....	76
Introducción	77
Objetivos.....	78
Desarrollo de las actividades	78
Conclusión	81

Recomendaciones e implicaciones	82
Literatura citada	82
Evidencias.....	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ingredientes utilizados en la elaboración de los tratamientos	47
Tabla 2. Composición de los tratamientos	48
Tabla 3. Valor promedio de las características ruminales de las vacas usadas en el ensayo <i>in situ</i>	49
Tabla 4. Evaluación <i>in vitro</i> de dietas integrales para becerros con cantidades crecientes de ensilado de mango de desecho.....	50
Tabla 5. Evaluación <i>in situ</i> de dietas integrales para becerros con cantidades crecientes de ensilado de mango de desecho.....	51
Tabla 6. Evaluación <i>in vivo</i> de dietas integrales para becerros con cantidades crecientes de ensilado de mango de desecho.....	52
Tabla 7. Listado de productores participantes en el taller de transferencia de tecnológica.....	56
Tabla 8. Esquematización de la elaboración de bloques multinutricionales.....	57
Tabla 9. Listado de productores a ser visitados durante la estancia profesional	63
Tabla 10. Resultado cruzado en las variables de género y escolaridad de los productores.	65
Tabla 11. Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas FODA del “Rancho la Y”	80
Tabla 12. Acciones estratégicas dentro de la unidad de producción Rancho la Y.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Presentación de participantes.....	59
Figura 2. Mezcla de los ingredientes de los BMN.	59
Figura 3. Moldeado de los BMN.....	59
Figura 4. Molido del mango.....	59
Figura 5 Compactación del ensilado de mango.	59
Figura 6. Retroalimentación final.....	59
Figura 7. Resultados de la encuesta en la pregunta que área zotécnica necesita ser capacitado.....	64
Figura 8. Talleres participativos.	68
Figura 9. Talleres participativos.	68
Figura 10. Recorridos de campo.	68
Figura 11. Recorridos de campo.	68
Figura 12. Taller transferencia de capacitación.....	68
Figura 13. Recorridos de campo.	68
Figura 14. Socialización de las técnicas <i>in vitro</i> e <i>in situ</i>	75
Figura 15. Identificación de las muestras.....	75
Figura 16. Recorridos de campo.	75
Figura 17. Identificación de las muestras.....	75
Figura 18. Manejo de las trampas.....	75
Figura 19. Manejo de las muestras en laboratorio.	75
Figura 20. Recorridos de campo.	83
Figura 21. Porcentaje de sombra.	83
Figura 22. Taller participativo.....	83
Figura 23. Taller práctico manejo sanitario.	83

Figura 24. Taller práctico manejo de potreros y fuentes de agua	83
Figura 25. Taller práctico de costos de producción y organización.....	83

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN GENERAL

México es el segundo exportador de ganado bovino en pie y el décimo exportador de carne de res (SIAP, 2020). La ganadería tropical en México ocupa 20% del territorio nacional, principalmente pastoreo extensivo, provocando que 95% sea vegetación secundaria (REDGATRO, 2018). El estado de Guerrero tiene un inventario de 1.3 millones de cabezas (décimo lugar nacional) y ocupa el sexto lugar nacional en producción de becerro al destete. El municipio de Cuajinicuilapa es el quinto productor de ganado en el Estado (SIAP, 2019).

Las principales variables restrictivas en la ganadería tropical; es el manejo zosanitario, genético y sostenibilidad nutricional (REDGATRO, 2018). Los residuos agroindustriales como palma africana (*Elaeis guineensis* L), residuos de destilerías y residuos de cosecha de cítricos, plátano, piña, papaya y mango muestran una alternativa sustentable para la alimentación de rumiantes (Guzmán *et al.*, 2010).

En este sentido, el mango (*Mangifera indica* L.) es el tercer fruto tropical de importancia a nivel mundial, se cultiva en 100 países asiáticos y latinoamericanos, con una producción de 29.8 millones de t anuales, representando alrededor de 3% del Producto Interno Bruto Agrícola (SIAP, 2019). En el año 2020, México ocupó el quinto lugar en la producción mundial y es el principal exportador con 23% de su producción a Estados Unidos y Canadá (SIAP, 2021). En México, el estado de Guerrero produjo 21% de la producción nacional de mango; a nivel estatal, el municipio de Cuajinicuilapa ocupó el tercer lugar con una producción de 33,097.37 t anuales (SIAP, 2021).

Sin embargo, dos terceras partes de la producción de frutas de temporada no son industrializadas, esto ocasiona un desperdicio de hasta 40% de la materia prima (Sumaya-Martínez *et al.*, 2012). El mango durante el proceso de selección entre 28 y 43% de la fruta se desperdicia (Monforte *et al.*, 2006), misma que podría ser utilizada en la alimentación de bovinos.

Un fruto de mango de desecho contiene 24% de materia seca (MS), pH de 4.5 ± 2 , 2.79% de cenizas (Ce), 97.21% de materia orgánica (MO), 5.59% de proteína cruda (PC), 41.98% de carbohidratos solubles en agua (CSA), 2.25% de extracto etéreo (EE), 28.95% de fibra detergente neutro (FDN) y 15.65% de fibra detergente ácido (FDA) (Sánchez-Santillán *et al.*, 2020). Así como, calcio, vitamina A, pectinas, ácidos orgánicos (cítrico y málico), taninos (Bangerth y Carle, 2002) y manguiferina, la cual ejerce una acción antioxidante, inmunomoduladora, antiviral y antitumoral (Guha *et al.*, 1996).

Guzmán *et al.* (2012), Sumaya-Martínez *et al.* (2012), Hernández-Rodríguez (2017), Manuel-Luviano *et al.* (2018), Espinoza-Sánchez *et al.* (2020) y Sánchez-Santillán *et al.* (2020) publicaron estudios sobre el uso del mango en la alimentación de rumiantes, intentando estandarizar su aprovechamiento. El uso del mango en ensilados con heno (absorbente) es la opción más económica y práctica para conservar correctamente su olor (alcohol-ácido), color (verde parduzco) y palatabilidad (humedad < 70%) como resultado de la fermentación anaerobia (Valencia *et al.*, 2011). El ensilado de mango es apetecible para el ganado, estable en su conservación y con buena respuesta productiva (Márquez, 2010).

JUSTIFICACIÓN

La producción de bovinos a nivel mundial ocupa más de 3,900 millones de hectáreas, que representan 30% de la superficie terrestre; esta actividad presenta fuertes contrastes, económicos, sociales y medio ambientales (Dendler *et al.*, 2012). En este sentido, el Colegio Suizo de Agricultura, el Centro Francés de Investigación Agrícola para el Desarrollo Internacional (CI-RAD) y el Instituto Internacional de Investigación en Ganadería (ILRI) recomiendan la vinculación de las investigaciones científicas con los productores, con el objetivo de poner en marcha dietas más eficientes en parámetros productivos y ecológicos (Dendler *et al.*, 2012).

La ganadería en el trópico mexicano representa ventajas productivas y medio ambientales, debido a su biodiversidad y la posibilidad de integrar productos locales y de temporada, como el mango de desecho (Guzmán *et al.*, 2013; Cavallini *et al.*, 2015). El uso del mango en ensilados ayuda a solventar problemas en la época de estiaje y disminuye los costos de producción (Manuel-Luviano *et al.*, 2018). El mango por ser una fruta de temporada presenta saturación de mercado y sobreproducción, generando problemas fitosanitarios y de calidad comercial (Abdul *et al.*, 2012; Sumaya-Martínez *et al.*, 2012).

En este sentido, es necesario contribuir con el desarrollo de las investigaciones realizadas por Hernández-Rodríguez *et al.* (2017), Gómez-Trinidad *et al.* (2019) y Sánchez-Santillán *et al.* (2020), quienes evaluaron ensilados de mango de desecho *in vitro*. Por lo que, en la presente investigación se analiza el efecto del ensilado de mango de desecho en dietas para becerros sobre la producción de gas *in vitro*, digestibilidad *in situ*, consumo, digestibilidad aparente y características ruminales.

HIPÓTESIS

La inclusión del ensilado de mango de desecho en dietas integrales cubre los requerimientos nutricionales de becerros de 200 ± 5 kg de peso vivo en confinamiento y genera indicadores aceptables en los ensayos *in vitro* e *in situ* así como el consumo, digestibilidad aparente y variables ruminales.

OBJETIVOS

General

Evaluar una dieta integral que contiene niveles crecientes de ensilado de mango de desecho sobre la producción de gas *in vitro*, la digestibilidad *in situ*, el consumo, digestibilidad aparente y características ruminales en becerros de 200 ± 5 kg de peso vivo alimentados en confinamiento.

Específicos

- Evaluar la producción de gas *in vitro* y la digestibilidad *in situ* de dietas integrales que contengan 0, 30, 45 y 60% de inclusión de ensilado de mango de desecho.
- Elaborar dietas integrales con 0, 30, 45 y 60% de inclusión de ensilado de mango de desecho a partir de los requerimientos nutricionales para becerros de 200 ± 5 kg de peso vivo.
- Evaluar consumo, digestibilidad aparente y variables ruminales de becerros en confinamiento alimentados con una dieta integral que contienen 0, 30, 45 y 60% de ensilado de mango de desecho.

LITERATURA CITADA

- Abdul, Ana., Min, W.L., Bhat, R., Hoong, C.L. (2012). Evaluation of processed green and ripe mango peel and pulp flours (*Mangifera indica* var. *Chokanan*) in terms of chemical composition, antioxidant compounds and functional properties. *Journal Society of Chemical Industry Food Agriculture*, 92:557-563. DOI: [10.1002/jsfa.4606](https://doi.org/10.1002/jsfa.4606).
- Bangerth, F. and Carle, R. (2002). Physical, chemical and sensory properties of 9 Thai mango cultivars and evaluation of their technological and nutritional potential. In: International Symposium Sustaining, *Food Security and Managing Natural Resources in Southeast Asia: Chiang Mai, Thailand*. 21: 29-35. DOI: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14123097005>
- Cavallini, J., Gil, V., Ojeda, A. (2015). Effect of ripening stage and presentation form on chemical composition and in vitro digestibility of mango fruit (*Mangifera indica* L). *Livestock Research for Rural Development*, 27: 1-11. <http://www.lrrd.org/lrrd27/4/cava27059.html>
- Espinoza-Sánchez, J., Sánchez-Santillán, P., Torres-Salado, N., Ayala-Monter, M.A., Herrera-Pérez, J., Magadan-Olmedo, F. (2020) Inclusion of ripe mango as a source of energy in diets for Creole lambs in the dry tropics. *Tropical Animal Health and Production*, 52: 3519-3526 <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02386-4>
- Gómez-Trinidad, M. (2019). Características de calidad bromatológicas y fermentativas in vitro de ensilado de mango a diferentes tiempos de conservación. [Tesis de licenciatura de la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2, Universidad Autónoma de Guerrero] (Tesis de licenciatura no publicada).
- Guha, S., Ghosal, S. and Chattopadhyay, U. (1996). Antitumor, immunomodulatory and anti-HIV effect of mangiferin, a naturally occurring glucosylxanthone. *Chemotherapy*. 42: 443–450. DOI: [10.1159/000239478](https://doi.org/10.1159/000239478)

-
- Guzmán, G. O., Lemus, F. C., Bugarín, P. J. O., Bonilla, C. J. A., & Ly, C. J. (2012). Características químicas del ensilado de residuos de mango (*Mangifera indica* L.) destinado a la alimentación animal. Características fermentativas. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 17(3):218-224. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193027579005>
- Guzmán, G. O., Lemus, F. C., Bugarín, P. J. O., Bonilla, C. J. A., & Ly, C. J. (2013). Composición y características químicas de mangos (*Mangifera indica* L) destinados a la alimentación animal en Nayarit, México. *Revista Cubana de Ciencia Agrícolas*, 47(3):273-277. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193029230009>
- Hernández-Rodríguez, I. (2017). Composición química y evaluación *in vitro* de microensilados elaborados con mango y heno de pasto pangola. [Tesis de licenciatura de la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2, Universidad Autónoma de Guerrero]. (Tesis de licenciatura no publicada).
- Manuel-Luviano, D., Torres-Salado, N., Ávila-Nájera, D.M., Peláez-Acero, L., Herrera-Pérez, J., Rojas-García, A.R., Bottini-Luzardo, M.B., Sánchez-Santillán, P. (2018). Conducta de cabras (*Capra Aegagrus Hircus*) estabuladas en corraletas alimentadas con bloques nutricionales elaborados con pulpa de mango. *Agroproductividad*, 11(2): 135-139.
- Márquez, V.A. (2010). Digestibilidad *in vitro* e *in situ* de seis ensilados de residuos de mango (*Mangifera indica* L) variedad Tommy Atkins. [Trabajo de grado de la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit]. <http://exlibris.uan.edu.mx/tesis1/veterinaria/VET150541.pdf>
- Monforte, J. M., Arjona, G. R., & González, J. M. (2006). Los sistemas de doble propósito y los desafíos en los climas tropicales de México. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 14(3):105-114.

Red de Investigación e Innovación Tecnológica para la Ganadería Bovina Tropical. (2018). *Estado del Arte Sobre Investigación e Innovación Tecnológica en Ganadería Bovina Tropical* (segunda edición) (p. 237). Consultado el 2 de junio del 2021. <https://redgatro.fmvz.unam.mx/publicaciones.html>

Sánchez-Santillán, P., Herrera-Pérez, J., Torres-Salado, N., Almaraz-Buendía, I., Reyes-Vázquez, I., Rojas-García, A. R., Gómez-Trinidad, M., Contreras-Ramírez, E. O., Maldonado-Peralta M. A y Magadan-Olmedo, F. (2020). Chemical composition, and *in vitro* fermentation of ripe mango silage with molasses. *Agroforestry Systems*, 94(4): 1511-1519. <https://doi.org/10.1007/s10457-019-00442-z>

SIAP. Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera. (2019). Inventario 2019 bovinos para carne. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. Consultado el 2 de junio del 2021. <https://www.gob.mx/siap/documentos/poblacion-ganadera-136762?idiom=es>

SIAP, Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera. (2020). Panorama Agroalimentario, Datos de un Campo que Avanza sin Dejar a Nadie Atrás 2020. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. Consultado el 2 de junio del 2021. <https://www.fira.gob.mx/InvYEvalEcon/EvaluacionIF>

SIAP. Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera. (2021). Producción ganadera. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. Consultado el 2 de junio del 2021. http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos_a.php

Sumaya-Martínez, M.T., Sánchez, H.M.L., Torres, G.G., García, P.D. (2012). Red de valor del mango y sus desechos con base en las propiedades nutricionales y funcionales. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 30: 828-833. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14123097005>

Dendler, L., Sharmina, M., Calverley, D., & Traut, M. (2012). Sustainable futures: Multi-disciplinary perspectives on multi-level transitions. *Environmental development*, 2(1):2-5.

[https://www.research.manchester.ac.uk/portal/en/publications/sustainable-futures-multidisciplinary-perspectives-on-multilevel-transitions\(b206a832-07c2-4601-a152-7b1528d3312a\).html](https://www.research.manchester.ac.uk/portal/en/publications/sustainable-futures-multidisciplinary-perspectives-on-multilevel-transitions(b206a832-07c2-4601-a152-7b1528d3312a).html)

Valencia, C. A., Hernández, B. A. y López, B. L. (2011). El ensilaje: ¿Qué es y para qué sirve? La ciencia y el hombre. *Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana*, 24(2): 1-3.
<https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol24num2/articulos/ensilaje/>

CAPÍTULO 2.

Efecto del ensilado de mango de desecho en dietas para becerros sobre la producción de gas *in vitro*, digestibilidad *in situ*, consumo, digestibilidad aparente y características ruminales

Ulises Remo Cañaveral-Martínez ^a, Paulino Sánchez-Santillán ^{a*}, Nicolás Torres-Salado ^a, David Sánchez-Hernández ^b, Jerónimo Herrera-Pérez ^a, Adelaido Rafael Rojas-García ^a

^a *Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2, Maestría en Producción de Bovinos en el Trópico, carretera Acapulco-Pinotepa Nacional Kilómetro 197, Cuajinicuilapa, Guerrero, México, C.P. 41940,*

^b *Colegio de Posgraduados, Campus Montecillos, carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillos, Estado de México, México, C.P. 56230.*

* Autor para correspondencia: Teléfono 749-106-3063, (sanchezsantillanp@gmail.com)

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de niveles crecientes del ensilado de mango de desecho en dietas para becerros sobre la producción de gas *in vitro*, digestibilidad *in situ*, y respuesta *in vivo* de consumo, digestibilidad aparente y características ruminales. Los silos (50 kg) se elaboraron en bolsas con una composición de 86% de mango de desecho y 14% de heno de pasto pangola. Los tratamientos contenían 0 (T0), 30 (T1), 45 (T2) y 60% (T3) de ensilado de mango de desecho en una dieta integral. En la evaluación *in vitro* se determinó a las 24, 48 y 72 h la producción parcial y la producción acumulada de las 0 las 72 h de biogás, metano, cinética de fermentación y características fermentativas. En la evaluación *in situ* se determinó la digestibilidad y cinética de fermentación de la materia seca y materia orgánica a las 3, 6, 9, 12, 24, 48 y 72 h. En la evaluación *in vivo* se determinó el consumo, digestibilidad aparente y variables rúmales de cada bloque de 5 días de medición. La respuesta al aumento de ensilado de mango de desecho se calculó mediante contrastes ortogonales lineales y cuadráticos. En la prueba *in vitro* la producción parcial y acumulada de biogás, y energía metabolizable disminuyó linealmente ($P < 0.05$). La producción parcial y acumulada de metano (CH_4), no presentaron contraste lineal y cuadrático ($P > 0.05$). El pH del medio, digestibilidad de la MS, aFDN y aFDA mostraron un incremento lineal ($P < 0.05$). En el ensayo *in situ*, la digestibilidad de la materia seca (DMS_{is}), digestibilidad materia orgánica (DMO_{is}) b , $a+b$, c y DE de DMS_{is} , a , $a+b$, c y DE de DMO_{is} aumentaron linealmente ($P < 0.05$); las variables a y k de DMS_{is} no presentaron efecto lineal ni cuadrático ($P > 0.05$); y b mostró un efecto cuadrático ($P < 0.05$). En el estudio *in vivo* el consumo de MS, MO y PC mostraron un incremento lineal ($P < 0.05$); el consumo de aFDN y aFDA presentaron un comportamiento cuadrático ($P < 0.05$); la digestibilidad aparente de MS, MO, PC y

hemicelulosa, pH, N-NH₃, conteo de bacterias totales, acetato, propionato, butirato, AGV, relación acetato/propionato, bacterias celulolíticas y protozoarios no presentaron efecto ortogonal lineal o cuadrático ($P > 0.05$). Se concluye, las variables *in vitro*, *in situ* e *in vivo* muestran que se puede utilizar hasta 60% de ensilado de mando de desecho en la engorda intensiva de becerros en confinamiento.

Palabras clave: trópico, ensilado, mango, bovinos, intensivo.

Abreviaturas: *a*, fracción degradable rápidamente soluble; aFDN, fibra detergente neutro; aFDA, fibra detergente ácido; AGV, ácidos grasos volátiles; *a+b*, máxima digestibilidad potencial; *b*, fracción lenta o potencialmente degradable; *c*, velocidad a la que *b* se digiere; CH₄, gas metano; DE, eficiencia de digestibilidad; DMS_{is}, digestibilidad de materia seca *in situ*; DMO_{is}, digestibilidad de materia orgánica *in situ*; MS, materia seca; MO, materia orgánica; N-NH₃, nitrógeno amoniacal; PC, proteína cruda; pH, potencial de hidrógeno.

1. Introducción

El trópico mexicano representa a nivel nacional 70% del agua dulce disponible, 27% de la superficie terrestre nacional (PNA, 2020), 42% del inventario bovino, 25% de la producción de leche, 35% de la producción de carne y 70% de la producción de becerros (SIAP, 2021). Las zonas tropicales podrían aumentar su producción al doble, si aumentará la producción de biomasa forrajera, uso eficiente de desechos agroindustriales y de residuos de cosecha, ya que, utilizar estos insumos, el clúster de valor carne-leche bovina generaría un crecimiento económico considerable para estas zonas (Granados-Rivera et al., 2018).

En este sentido, México es el quinto productor de mango (*Magnifica indica* L.) a nivel mundial y el estado de Guerrero es el principal productor a nivel nacional (SIAP, 2021). De

cada mango que se produce, 28 a 38% es cáscara y hueso, y son considerados productos de desecho, aunado a los residuos de cosecha y desechos agroindustriales (Quintero et al., 2013). Estos desechos forman afluentes ácidos que contaminan el suelo y agua (Santos-Villalobos et al., 2011). Para la conservación de desechos agroindustriales y residuos de cosecha la técnica de ensilado muestra buenos resultados en desechos cítricos (Llano et al., 2008) y de piña (Herrera et al., 2009).

La utilización de residuos de mango en ensilados y su implementación en alimentación de rumiantes se evaluó en México (Aguilera et al., 1997; Guzmán et al., 2010a; Espinoza-Sánchez et al., 2020) y en otros países (Vinent, 2003; Filho et al., 2006; Sá et al., 2007; Vieira et al., 2008; Filho et al., 2010; Rego et al., 2010). La utilización de estos residuos en la elaboración de ensilados, representan una alternativa para la alimentación de rumiantes en los trópicos (Sánchez-Santillán et al., 2020). El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto creciente de ensilado de mango de desecho en dietas integrales para becerros sobre la producción de gas *in vitro*, digestibilidad *in situ*, consumo, digestibilidad aparente y características ruminales de becerros.

2. Materiales y métodos

2.1. Ubicación del estudio

El estudio se llevó a cabo de mayo 2020 a marzo 2021 en las instalaciones de la Posta Zootécnica y Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2 de la Universidad Autónoma de Guerrero. Esta se ubica en el km 197 de la carretera Acapulco-Pinotepa Nacional, Cuajinicuilapa, Guerrero, México. Geográficamente se localiza entre los paralelos 16° 19' y 16° 36' latitud norte; los meridianos 98° 21' y 98° 44'

de longitud oeste, el clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, el rango de la temperatura es de 24 a 29 °C (PIGM, 2009).

2.2. *Elaboración de silos*

El mango de desecho se recolectó de las huertas ubicadas en Cuajinicuilapa, Guerrero, México. El heno de pasto pangola (*Digitaria Decumbens* L) se compró a proveedores locales con aproximadamente 150 d de rebrote. El mango de desecho y el heno se molieron un molino mixto (criba 2-3 cm) (M.A.GRO® TR-3500). Los silos (50 kg) se elaboraron en bolsa de propileno de 70x120 cm, calibre 600. La composición fue 86% de mango y 14% de heno de pasto pangola. El aire contenido se extrajo con una aspiradora (Koblenz®, España) y se sellaron las bolsas con un amarre Smith con rafia comercial. Los silos se almacenaron en una galera a temperatura ambiente promedio de 28°C.

2.3. *Tratamientos*

En los tratamientos se usaron ingredientes de la región (Tabla 1) y se incrementaron los niveles de ensilado de mango de desecho reemplazando heno de pasto pangola y grano de maíz molido de acuerdo a los requerimientos de becerros (NRC, 1996). Los tratamientos (T) experimentales consistieron en la inclusión de 0 (T0), 30 (T1), 45 (T2) y 60% (T3) de ensilado de mango de desecho, con niveles similares de nitrógeno y energía metabolizable (Tabla 2).

2.4. *Ensayo in vitro*

El medio de cultivo contenía 50.9% de agua destilada, 30% de fluido ruminal clarificado (el protocolo experimental relacionado con el manejo de los animales se basó en

el reglamento para el uso y cuidado de los animales destinados a la investigación especificados en las normas oficiales de los Estados Unidos Mexicanos, NOM-062-ZOO-1999) [líquido ruminal bovino fresco, centrifugado 10 min a 12,857 x g y esterilizado a 121 °C, 15 min y 15 psi (All American[®] 1941X, USA), el proceso se repitió dos veces], 5% de solución mineral I [6 g de K₂HPO₄ (J. T. Baker[®]) en 1000 ml de agua destilada], 5% de solución mineral II [6 g de KH₂PO₄ (J. T. Baker[®]) + 6 g de (NH₄)₂SO₄ (J. T. Baker[®]) + 12 g de NaCl (Meyer[®]) + 2.45 g MgSO₄ (Meyer[®]) + 1.6 g CaCl₂·2H₂O (Meyer[®]) en 1000 ml de agua destilada], 0.1% de resazurina a 0.1% (Sigma-Aldrich[®]), 4% de solución reductora [3.125 g L-cisteína (Sigma-Aldrich[®]) ajustado a pH 10 con NaOH (Meyer[®]) + 3.125 g de Na₂S·9H₂O (Meyer[®]) + 0.1 ml de resazurina a 0.1% aforado a 250 ml con agua destilada, bajo flujo de CO₂ y calor para mantener anaerobiosis] y 5% de solución buffer [80 g de Na₂CO₃ (J. T. Baker[®]) en 1000 ml de agua destilada] modificado de la metodología de Cobos y Yokoyama. (1995) según Cañaverall-Martínez et al. (2020).

En un vial serológico (120 ml) se agregaron 0.5 g de muestra con tamaño de partícula de 1 mm de los ingredientes o de T0, T1, T2 y T3 a peso constante y 40 ml de medio de cultivo. Todos los viales se tuvieron bajo flujo continuo de CO₂ para mantener condiciones de anaerobiosis, se sellaron con un tapón de neopreno (20 mm Ø) y un arillo de aluminio con centro removible, y cada vial se consideró un biodigestor. Los biodigestores se colocaron en baño María a 39 °C y se inocularon con 10 ml de fluido ruminal fresco (pH de 6.4 y 4.9x10⁹ células bacterianas/ml) considerándose como la hora cero. El fluido ruminal se obtuvo de un bovino provisto de cánula ruminal alimentado en praderas con pasto pangola, y previamente el fluido ruminal fue centrifugado a 1137 x g por 3 min para precipitar partículas de alimento y protozoarios.

La producción de biogás se midió mediante el desplazamiento del émbolo de una jeringa de vidrio (50 ml; BD Yale[®], Brasil). El biogás se midió a las 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 48 y 72 h de incubación (Hernández-Morales et al., 2018). La producción de biogás parcial se reportó a las 24, 48 y 72 h; así como la acumulada a las 72 h.

Para los valores de producción de biogás se usó la estimación de cinética de producción de gas mediante el modelo Gompertz: $Y = A * \{ \exp [-b * \exp (-k * t)] \}$ donde Y = volumen de biogás en el tiempo t (ml/g de MS), A = potencial de producción de biogás total cuando $t = \infty$ (ml/g de MS), b = tasa constante de producción de biogás del material potencialmente degradable (ml/h), k = tiempo lag (h), factor constante de eficiencia microbiana, definido como el intercepto del eje tiempo de la línea de la tangente en el punto de inflexión, t = tiempo de incubación (Lavrencic et al., 1997). Los parámetros A , b y k fueron estimados mediante un análisis de regresión no lineal, utilizando el procedimiento PROC GLM del paquete estadístico SAS[®] (2011).

La producción de metano (CH₄) se midió usando una manguera Taygon[®] (2.38 mm Ø interno y 45 cm de longitud) con agujas hipodérmicas (20 G x 32 mm) en los extremos. Las agujas se usaron para acoplar un biodigestor con una vial trampa. Los viales trampa se llenaron con solución de NaOH (2N) [80 g de NaOH (Merck[®]) en 1000 ml de agua destilada] modificado de la metodología de Stolaroff et al. (2008) según Torres-Salado et al. (2018). La producción de CH₄ se consideró como los ml desplazados de la solución NaOH (2N) a las 24, 48 y 72 h de incubación.

Al término de la incubación, se tomaron 0.5 ml del medio contenido en el biodigestor, se mezcló con 0.125 ml de ácido metafosfórico (Meyer[®]) al 25% (proporción 4:1) y se

centrifugó 25 min a 3500 x g y el sobrenadante se recuperó en viales de 2 ml. Una alícuota de 20 µl del sobrenadante se mezcló con 1 ml de solución fenol [10 mg de $\text{Na}_2(\text{NO})\text{Fe}(\text{CN})_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (Meyer[®]) + 10 g de cristales de fenol (Meyer[®]) aforado en 1000 ml de agua destilada] y 1 ml de solución hipoclorito [7.5 g de NaOH (Reasol[®]) + 21.3 g de Na_2HPO_4 (Meyer[®]) + 15 ml de hipoclorito (5%; Reasol[®]) aforado a 1000 ml con agua destilada]. La mezcla se incubó a 37 °C por 30 min en baño María. Posteriormente, 5 ml de agua destilada se adicionaron para diluir y se agitaron con un vórtex (Genie 2 G-560, USA). La absorbancia se midió a 630 nm en un espectrofotómetro UV-VIS (Jenway[®] 6850, USA) calibrado con un método ($r^2 = 0.9921$) de concentración de nitrógeno amoniacal según McCullough (1967).

El pH del medio contenido en los biodigestores se midió con un potenciómetro (Hanna[®] HI2211, Italia; calibración pH 7 y 4). El residuo de las muestras del biodigestor se filtró en bolsas ANKOM (ANKOM[®] Technology). Las bolsas se secaron por 72 h a 55°C en una estufa (FELISA[®] FE-293A, México). La degradación *in vitro* de materia seca (DMS_{iv}) se calculó usando la formula descrita por Hernández-Morales et al. (2018). Las bolsas ANKOM se sellaron y se determinó el contenido de aFDN y aFDA usando ANKOM[®] Technology method de acuerdo a Van Soest et al. (1994). El porcentaje de degradación de aFDN y aFDA se calcularon usando la formula descrita por Hernández-Morales et al. (2018). La energía metabolizable de las dietas elaboradas en los tratamientos experimentales se estimó usando la ecuación reportada por Menke et al. (1979).

2.5. *Ensayo in situ*

La digestibilidad *in situ* se obtuvo usando dos vacas con un peso vivo de 350 ± 30 kg PV, provistas de cánula ruminal permanente (4'' de diámetro interno, Bar Diamond[®], Parma, Idaho, USA). Las vacas se alojaron en corraletas individuales; se ofreció diariamente 3% de PV de un alimento conformado por 50% de ensilado de mango de desecho y 50% concentrado comercial (16% PC; Mirador[®]) y agua a libre acceso. El protocolo experimental relacionado con el manejo de los animales se basó en el Reglamento para el uso y cuidado de animales destinados a la investigación especificados en las normas oficiales de los Estados Unidos Mexicanos (NOM-062-ZOO-1999).

En bolsas de poli-seda (10 x 20 cm) se colocaron 5 g de muestra de cada tratamiento por triplicado con tamaño de partícula de 1 mm y se sellaron con cinchos de plástico (100 x 2.5 mm). Para cada tiempo, las bolsas se remojaron en agua a 39°C por 10 min y después se incubaron en el rumen de cada vaca por 3, 6, 9, 12, 24, 48 y 72 h. Las variables ruminales promedio durante el ensayo se muestran en la **Tabla 3**. Las bolsas se sujetaron a una cadena de hierro galvanizado (1.5 x 100 cm) y se fijó al tapón de la cánula ruminal y el orden de introducción al rumen fue inverso al tiempo de incubación para retirar todas las muestras simultáneamente al concluir el periodo de incubación. Posteriormente, las bolsas se enjuagaron con agua corriente fría hasta que el agua de enjuague fue clara. Las bolsas de 0 h no se incubaron en rumen, únicamente se enjuagaron con el mismo protocolo que aquellas que se incubaron en rumen.

Las bolsas con el residual se secaron a 55 °C por 72 h y se pesaron para determinar la digestibilidad de MS (DMS_{is}) por diferencia de peso. Los residuos de las bolsas de cada

tratamiento experimental en cada vaca y cada tiempo se agruparon para obtener una muestra compuesta. A estas se determinó Ce según AOAC (2007). El contenido de MO se determinó al restar a 100 el contenido de Ce. Posteriormente se determinó la digestibilidad de la materia orgánica (DMO_{is}) por diferencia de peso antes y después de la incubación ruminal.

La cinética de digestibilidad *in situ* de MS y MO se estimó mediante un procedimiento de regresión no lineal de SAS[®] (2011) utilizando la ecuación descrita por Orskov y McDonald (1979): $P = a + b [1 - e^{-c*t}]$; donde: P = digestibilidad ruminal en el tiempo t (%); a = la fracción digestible rápidamente soluble (%); b = la fracción lenta o potencialmente digestible (%); a + b = la máxima digestibilidad potencial; c = la velocidad a la que b se digiere (%/h); t = tiempo (h) de incubación en el rumen. La digestibilidad efectiva (DE) de MS y MO se estimó utilizando la ecuación descrita por Orskov y McDonald (1979): $DE = a + [(b * c) / (c + k)]$; dónde: a, b, y c como se describen anteriormente y k = tasa de salida ruminal (%/h).

2.6. Ensayo *in vivo*

Cuatro becerros (cruzas comerciales) en etapa de desarrollo de 200 ± 5 kg PV inicial se alojaron en corraletas individuales de 2.5 m de largo por 2 m de ancho, provistos con una malla sombra a 90%, comederos y bebederos. Al inicio del experimento los animales recibieron tratamiento profiláctico contra parásitos (Ivermectina 0.2 mg/kg PV vía SC), baño de aspersión con Bovitraz[®], y vitaminas ADE (10 ml/animal IM). El periodo de adaptación fue de 10 d mediante el suministro gradual de la dieta. El agua se ofreció a libre acceso. La dieta se ofreció en dos raciones al día 8000 y 1600 h. El diseño experimental fue un cuadrado latino 4 x 4, cada periodo experimental constó de 25 d, con 10 d de adaptación y 15 d de

medición. Al término de cada periodo experimental se pesaron los animales después de 10 h de ayuno de alimento sólido para ajustar las cantidades de la ración; ya que se ofrecieron 10% más del consumo que se observó.

La medición del consumo diario fue del día 10 al 25 de cada periodo experimental, donde se pesaron la cantidad ofrecida y rechazada. El consumo de materia seca (CMS) se estimó por diferencia entre el alimento que se ofreció y el que se rechazó. El consumo de los nutrientes materia orgánica (CMO), fibra detergente neutro (CaFDN), fibra detergente ácido (CaFDA) y proteína cruda (CPC) se estimaron con el CMS, análisis químico de los tratamientos y del rechazo. Los 15 d de recolección de rechazo en cada periodo para cada animal y cada tratamiento se homogenizaron y se tomó una muestra compuesta para determinar el análisis químico.

La recolección de heces se realizó del día 20 al 25 de cada periodo, se recolectaron 30 g de heces directas del ano de cada becerro mediante estimulación rectal. Las muestras se deshidrataron a 60 °C en una estufa por 48 h, se molieron y procesaron para digestibilidad aparente. La digestibilidad aparente de los nutrientes (aFDN, aFDA, MS, MO y PC) se calculó usando las cenizas insolubles en ácido (CIA) como marcador interno (Van-Keulen y Young, 1977).

El día 25 de cada periodo de muestreo, se extrajeron 20 ml de fluido ruminal usando una sonda esofágica y se filtró mediante una capa doble de gasas. Inmediatamente, se midió el pH (ORION® SA 210, USA; calibración pH 7 y 4). La actividad enzimática celulasas se midió usando el método de azúcares reductores descrito por Miller (1959). Para el conteo de bacterias totales (CBT) se utilizó el método descrito por Sánchez-Santillán et al. (2016). El

número de bacterias celulolíticas (BC) se calculó por la técnica del número más probable (NMP) según lo descrito por Harrigan y McCance (1979) modificado por Carbajal-Márquez et al. (2021); la fuente de carbono fue celulosa grado técnico (MEYER®) y la evaluación fue objetiva visual valorando la turbidez de cada tubo con medio. Para el conteo de protozoarios (CP) se usó la técnica descrita por Espinoza-Sánchez et al. (2020). El nitrógeno amoniacal (N-NH₃) se determinó según McCullough. (1967).

Para la concentración de ácidos grasos volátiles (AGV) se tomó 1 ml de fluido ruminal y se colocó en un tubo Eppendorf (2 ml) con 0.25 ml de ácido metafosfórico a 25% (MEYER®). La concentración de AGV se determinó en un cromatógrafo de gases Claurus 500, Pekín Elmer, USA), provisto con un automuestreador, una columna capilar de 15 m (ELITE-FFAP, Pekín Elmer, USA), y un detector de ionización de flama (FID). El gas acarreador fue N₂ a 60 psi, se usó H₂ y aire extra seco para generar la flama. Las temperaturas del horno, inyector y columna fueron 120, 250 y 250 °C, respectivamente. El tiempo de retención fue de 1.22, 1.55 y 2.02 min para acético, propiónico y butírico, respectivamente.

2.7. Análisis químico

Para el análisis químico las muestras (ingredientes, T0, T1, T2 y T3) se deshidrataron en una estufa (Riossa HCF-41 México) a 60 °C durante 72 h para determinar MS (método 967.03) según AOAC (2007). Las muestras se procesaron en un molino Thomas-Wiley Mill (Thomas Scientific, Swedesboro, NJ, USA) con criba de 1 mm. La proteína cruda (PC, método 920.105) y cenizas (Ce, método 942.05) se determinaron según el método propuesto por la AOAC (2007). La materia orgánica (MO) se calculó al restarle a 100 el porcentaje de cenizas. El método propuesto por van Soest et al. (1994) se utilizó para determinar fibra

detergente neutro (aFDN) y fibra detergente ácido (aFDA) usando una amilasa termo estable y se expresaron los valores incluyendo cenizas residuales. La hemicelulosa se calculó por diferencia entre aFDN y aFDA. El contenido de CIA con base al método de Keulen y Young (1977).

2.8. Análisis estadístico

Las variables obtenidas en el ensayo *in vitro* se analizaron en un diseño completamente al azar con cinco repeticiones por tratamiento. El modelo estadístico fue: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \xi_{ij}$; donde Y_{ij} = variable de respuesta, μ = media general, τ_i = efecto del i-ésimo tratamiento, ξ = error experimental. Los datos se analizaron con el procedimiento GLM de SAS® (2011). Los valores promedio se compararon con la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Las variables obtenidas del ensayo *in situ* se analizaron utilizando procedimiento MIXED de SAS® (2011) con el siguiente modelo: $y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$; donde y_{ij} = es la variable respuesta, μ = media general, α_i = efecto vaca (1-2), β_j = efecto del tratamiento y ε_{ij} = error residual. Se determinaron las diferencias entre las medias de los tratamientos por la opción PDIFF ($p < 0.05$) de LSMEANS de SAS® (2011).

Para el caso del estudio *in vivo*, las variables se analizaron mediante el procedimiento GLM de SAS® (2011) con un diseño cuadrado latino 4 x 4. Los valores promedio se compararon con la prueba de Tukey ($p < 0.05$). El modelo estadístico fue $Y_{ijk} = \mu + H_i + C_j + \tau_k + \varepsilon_{ijk}$, donde Y_{ijk} = variable de respuesta, μ = media general, H_i = efecto de la i-ésima fila, C_j = efecto de la j-ésima columna, τ_k = efecto del k-ésimo tratamiento. Los valores promedio se compararon con la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

La respuesta al aumento del contenido de ensilado de mango de desecho en los tratamientos se calculó mediante contrastes ortogonales lineales y cuadráticos para los tres ensayos (*in vitro*, *in situ* e *in vivo*).

3.Resultados y discusión

3.1. Ensayo in vitro

La producción parcial y acumulada de biogás en el estudio *in vitro* disminuyó linealmente (Tabla 4; $P < 0.05$) conforme aumento el porcentaje de inclusión de ensilado de mango de desecho en los tratamientos, y se explica por una menor disponibilidad de carbohidratos de fácil fermentación asociada a dietas (Tabla 2) con menor cantidad de maíz y almidón (NRC, 1996) cuando el contenido de ensilado de mango de desecho se incrementó en los tratamientos.

La producción de biogás fue resultado de la fermentación de los azúcares solubles, polisacáridos de la pared celular y carbohidratos ligados a lignina (Sánchez-Santillán et al., 2015; Herrera-Pérez et al., 2018).

La producción acumula de biogás en el presente estudio fue 28.12% mayor a lo reportado en dietas para becerros que contenían 49% maíz molido, 21% heno de pasto pangola, 5% melaza de caña de azúcar, 11% pasta de soya, 3% de mezcla mineral y 1% de urea (Rivera-Cristóbal et al., 2019); así como 17.27% mayor producción de biogás que en suplementos proteicos para becerros elaborados con 7.0% maíz molido, 56.2% de heno de pasto pangola, 27.8% pasta de soya, 5% de mezcla mineral y 4% de urea (Carbajal-Márquez et al., 2019).

La producción parcial y acumulada de CH₄ no presentó contraste lineal o cuadrático (Tabla 4; P > 0.05). Sin embargo, en las primeras 24 h, la producción de CH₄ promedio por T1, T2 y T3 fue 3.7% mayor a la observada en T0. A las 48 h, T2 y T3 produjeron 1.9% más CH₄ que T0; en contraste, estos tratamientos presentaron 8.06% menor proporción de CH₄ que T0 a las 72 h. Así, la producción acumulada promedio de CH₄ de los tratamientos representó 24.63% del biogás. La producción de CH₄ observada se debe al contenido de carbohidratos solubles disponibles para fermentación que produce AGV, CO₂ e H₂ (Vega-Baudrit, 2008; Siller-Cepeda et al., 2009; Medina et al., 2010) y a la fermentación de carbohidratos estructurales donde se obtiene ácido acético, CO₂ e H₂ (Johnson et al., 2000).

De modo que el CO₂ e H₂ son sustratos para el metabolismo de las arqueas metanogénicas donde el CH₄ es el producto final (Carmona et al., 2005; Rodríguez et al., 2010; Rodríguez y Fondevila., 2011). Valores menores de producción acumulada de CH₄ se reportaron en dietas para becerros (51.73 ml/g MS; Rivera-Cristóbal et al., 2019) y en suplementos para becerros (52.77 ml/g MS; Carbajal-Márquez et al., 2019).

La EM mostró un decremento lineal (Tabla 4; P < 0.05) relacionado con la disminución de almidón en las dietas de los tratamientos conforme aumento el contenido de ensilado de mango (Tabla 2). Espinoza-Sánchez et al. (2020) reportaron 1.7 Mcal/kg MS de EM en dietas para corderos que contenían 40% mango, 25% vainas de *Samanea saman*, 6% melaza, 26% heno de pasto pangola, 2% minerales y 1% urea; valor similar al contenido energético promedio de las dietas evaluadas en los tratamientos del presente estudio.

El pH del medio de cultivo mostró un decremento lineal (Tabla 4; P < 0.05); pero los valores observados no interfieren con el crecimiento de bacterias celulolíticas y su actividad

enzimática, dado que se mantuvo un pH cercano a la neutralidad (Sánchez-Santillán y Cobos-Peralta, 2016). Las concentraciones de N-NH₃ en el medio depende de la degradabilidad de la fracción nitrogenada (Rodríguez et al., 2010; Khejornsarrt et al., 2011), y en el presente estudio se registró una concentración promedio de 3.99 mg N-NH₃/dl en los tratamientos evaluados, sin observar efecto lineal o cuadrático. No obstante, esta concentración promedio resulta inferior a lo requerido para tener una máxima tasa de digestibilidad de la materia seca (20 a 27 mg/dl; Mehrez et al., 1977).

La DMS_{iv} presentó un incremento lineal (Tabla 4; P < 0.05) relacionada con la disminución de heno de pasto pangola en los tratamientos, conforme aumento el nivel de ensilado de mango. Los valores reportados en el presente estudio de DMS_{iv} y DaFDN_{iv} (Tabla 4) permiten inferir la evaluación de dietas en cada tratamiento con baja concentración de fibra (Tabla 2) y que no se comprometerá el aporte de nutrientes, contenido de energía y consumo de materia seca cuando se ofrezca al animal (Hoffman et al., 2007). La DaFDA_{iv} mostro un decremento lineal (Tabla 4; P < 0.05) de los tratamientos que contienen ensilado de mango de desecho (T1, T2 y T3) con respecto a T0. La disminución de la degradación de las fibras detergentes se relaciona con la disponibilidad de almidón, al reducir la cantidad maíz cuando aumenta el ensilado de mango. En este sentido, la degradación en las fibras detergentes en el presente estudio conforme aumenta en ensilado de mango de desecho se puede asumir que el contenido de heno que se usó en la elaboración del ensilado de mango de desecho recibió un tratamiento químico con ácido láctico que mejoró la disponibilidad de los carbohidratos estructurales adheridos a lignina (Gándara et al., 2017).

Espinoza-Sánchez et al. (2020) reportaron 74.3% de DMS_{iv} y 57.9% de DaFDN_{iv} en dietas para corderos que contenían 40% mango, 25% vainas de *Samanea saman*, 6% melaza,

26% heno de pasto pangola, 2% minerales y 1% urea; valores similares a los observados en los tratamientos del presente estudio (Tabla 4). Sin embargo, estos valores son inferiores a los reportado en dietas para becerros (81.5% DMS_{iv} y 64.7% DaFDN_{iv}) con 49% maíz molido, 21% heno de pasto pangola, 5% melaza de caña de azúcar, 11% pasta de soya, 3% de mezcla mineral y 1% de urea (Rivera-Cristóbal et al., 2019); pero son superiores a los registrados con suplementos para becerros (69.74% DMS_{iv} y 62.4% DaFDN_{iv}) con 7.0% maíz molido, 56.2% de heno de pasto pangola, 27.8% pasta de soya, 5% de mezcla mineral y 4% de urea (Carbajal-Márquez et al., 2019), cuando las evaluaciones son realizadas en condiciones *in vitro*. Respecto a la DaFDA_{iv}, existe poca información disponible en la literatura, pero Almaraz-Buendía et al. (2019) publicaron una DaFDA_{iv} promedio de 44.9% al evaluar nueve pastos tropicales con 56 d de rebrote; valores inferiores a los del presente estudio. Esto implica que los pastos contienen mayor cantidad de FDA que los tratamientos evaluados en el presente estudio, pero debido a la escasa información sobre la degradación de este componente, es importante destacar que una dieta integral presenta mejor DaFDA_{iv} que un pasto.

Las variables de cinética de fermentación de gas *in vitro* constituyen un nuevo enfoque para evaluar los alimentos y/o dietas (Sallam et al., 2007) o se pueden usar para interpretar la curva de crecimiento del inóculo (Rojas-García et al., 2020), DMO_{iv} y EM (Babayemi, 2006). En el presente estudio, las variables *A* y *k* mostraron un decremento lineal (Tabla 4; $P < 0.05$) en T1, T2 y T3 con respecto a T0; determinada por la calidad de los tratamientos y la DMO_{iv}. La variable *b* no presentó efecto lineal o cuadrático ($P > 0.05$). El valor promedio de *b* fue 0.165 ml/h indicando una tasa de fermentación alta comparado a lo reportado por López-Vigoa et al. (2016), quienes reportaron 0.032 ml/h para *b*, 178.7 ml/g

de MS para A y 2.45 h para k, en suplementos con 20% de caña de azúcar (*Sacharum Officinarum* L), 70% de pasto Guinea (*Megathyrus maximus* L) y 10% de *Leucaena leucocephala*; valores inferiores al promedio observado en el presente estudio.

3.2. Ensayo *in situ*

La DMS_{is} y DMO_{is} a las 3, 6, 9, 12, 24, 48 y 72 h presentaron un incremento lineal (P < 0.05; Tabla 5) en función al aumento de ensilado de mango de desecho en las dietas evaluadas en el presente estudio. Por lo tanto, la utilización de ensilados mejora la composición química y la digestibilidad de las dietas que se usa en bovinos por efecto de la fermentación láctica (Castillo et al., 2009; Nkosi et al., 2009; Thomas et al., 2013).

Este incremento en la digestibilidad *in situ* se puede relacionar con la fermentación láctica; ya que, la producción de ácido láctico propició que aumentara la permeabilidad y solubilización de la lignina contenida en el forraje del ensilado de mango de desecho, hidrolizando los complejos fenólicos (*p*-cumarico y alcoholes coniferil y sinapil), lo que aumento la adhesión microbiana a las partículas de alimento en los tratamientos con ensilado de mango de desecho (Colombatto et al., 2003).

La DMS_{is} de los tratamientos evaluados aumento en promedio 16.4% de 3 a 6 h, 8.2% de 6 a 9 h, 6.1% de 9 a 12 h, 25.2% de 12 a 24 h; en contraste, disminuyo 14% de 24 a 48 h y 3.3% de 48 a 72 h. La DMO_{is} de los tratamientos analizados promedio un incremento de 21% de 3 a 6 h, mientras de la 6 a 9 h disminuyó 9%, de 9 a 12 h un 5%, aumentado nuevamente 29.4% de las 12 a 24 h, otra vez disminuyendo 14.6% de 24 a 48 h y 3.5% de 48 a 72 h.

Los tratamientos en el presente estudio promediaron 78.0% de DMS_{is} (Tabla 5), valor superior a lo reportado en el presente estudio en la DMS_{iv} (Tabla 4). Sin embargo, estos valores son inferiores a lo publicado por Medina-Romo et al. (2006), quienes reportaron 87.1% de DMS_{is} en una dieta para bovinos que contenía 20% de rastrojo de maíz, 20% de heno de alfalfa, 26.7% de concentrado comercial (18% PC) y 33.3% de harina de nopal. La DMO_{is} de los tratamientos en el presente estudio promedio 79.29% a las 72 h, valores superiores a lo reportado por Reyes Gutiérrez et al. (2012), quienes publicaron 64.16% de DMO_{is} a las 72 h en una dieta que contenía 50% de ensilado de caña de azúcar, 30% de pasta de coco, 10% de alfalfa fresca, 2.5% de maíz molido, 2.5% de sorgo molido y 5% de melaza. Los valores del presente estudio y los de los autores antes mencionados se relacionan con la composición y eficiencia del bioma ruminal presentes en los bovinos usados para la prueba *in situ* (Weimer, 2015) y a la alimentación ofrecida durante la misma (Colombatto et al., 2003; Ramírez-Cancino et al., 2005). Esto porque en el presente estudio la alimentación de los bovinos fue con base en 50% de ensilado de mango y 50% de alimento comercial (12% PC), y los otros autores usaron la misma dieta evaluada *in situ* para alimentar los bovinos.

La cinética de digestibilidad *in situ* refleja la presión de digestibilidad ruminal integrada por la interacción microorganismo-enzima-sustrato (Colombatto et al., 2003; Ramírez-Cancino et al., 2005). De modo que para DMS_{is} , a y k no presentaron efecto lineal o cuadrático, ni diferencia entre tratamientos ($P > 0.05$). Sin embargo, b , $a+b$, c y DE mostraron un incremento lineal ($P < 0.05$; Tabla 5) al aumentar el ensilado de mango de desecho en las dietas evaluadas en el presente estudio. Respecto a DMO_{is} , a , $a+b$, c y DE expresaron incremento lineal ($P < 0.05$) al aumentar el ensilado de mango de desecho en las dietas; mientras b presentó un comportamiento cuadrático ($P < 0.05$) alcanzando un valor

mínimo con 30 y 45% de ensilado de mango de desecho en las dietas, y aumentando con 60% de ensilado. Además, k no presentó ningún efecto ortogonal, ni diferencia entre medias de los tratamientos ($P > 0.05$; Tabla 5).

Los promedios en la cinética de DMS_{is} del presente estudio para a , b , k y c fueron 6.48, 67.98, 0.24 y 0.53, respectivamente; valores inferiores a lo descrito por Sánchez-Laiño et al. (2019) para la cinética de DMS_{is} ($a = 9.04$, $b = 57.84$, $k = 6.70$ y $c = 33.12$) en una dieta para engorda de bovinos. Así mismo, los valores promedio de la cinética DMO_{is} ($a = 25.91$, $b = 55.54$, $k = 0.167$, $c = 0.06$) del presente estudio son superiores a lo publicado por Sánchez-Laiño et al. (2019) en la cinética de DMO_{is} ($a = 3.86$, $b = 65.59$, $k = 6.43$ y $c = 30.55$) de una dieta que contenía maíz molido 27%, harina de maracuyá 30%, polvillo de cono 20%, pasta de soya 18.4%, carbonato de calcio 1.7%, fosfato monocálcico 1.4% y sal común 1.5%.

3.3. Ensayo in vivo

El CaFDN y CaFDA presentaron un comportamiento cuadrático (Tabla 6; $P < 0.05$), lo que indicó un incremento en el consumo de fibra en T1 y T2 respecto a T0, pero que disminuyó el consumo con T3 respecto a T1 y T2, sin mostrar diferencias con T0. De modo que, el uso del ensilado de mango de desecho en los tratamientos evaluados para becerros no modificó la digestibilidad y el valor biológico del alimento (Cannas et al., 2004), dados los valores reportados en CaFDN y CaFDA (Tabla 6).

Los valores de $DaFDN_{iv}$ (Tabla 6) indicaron que no se tendrían problemas con el consumo de las dietas en cada tratamiento, ya que las variables de consumo satisfacen las señales hedónicas y los requerimientos energéticos relacionados al equilibrio homeostático

de los animales (Saper et al., 2002; Lutter y Nestler, 2009). Por lo que las variables CMS, CMO y CPC presentaron un incremento lineal ($P < 0.05$; Tabla 6) entre tratamientos, lo cual se relaciona con el aumento de ensilado de mango de desecho en las dietas con relación a T0. Este comportamiento se puede atribuir a las características organolépticas del ensilado de mango (palatabilidad) de desecho provocando una interacción entre los mecanismos homeostáticos-homeorresis y hedónicos (Lutter y Nestler, 2009).

En el planteamiento del presente estudio se estimó un consumo de MS y PC de 7.3 y 0.87 kg/d para alcanzar una ganancia diaria de peso de 1.4 kg (NRC 1996). Sin embargo, por el tipo de planteamiento metodológico en la disposición de los bovinos para los tratamientos evaluados, no se determinó la ganancia diaria de peso; pero el CMS fue 0.4, 12.7, 26.7 y 24.3% mayor a lo estimado para T0, T1, T2 y T3, respectivamente; mientras, el CPC fue 3.4, 37.93, 49.4 y 49.4% mayor a lo estimado. Por lo que la presencia de ensilado de mango de desecho en los tratamientos influyó en el consumo voluntario provocado por la palatabilidad (Levine y Billington, 1997; Saper et al., 2002; Lutter y Nestler, 2009) que se asume se reflejó en el consumo de los animales según los parámetros del NRC (1996). Lo anterior, debido a la ausencia de factores internos como estado de salud y edad del animal, talla y etapa de producción de los becerros (Shimada et al., 2018), lo cual se controló con la selección de los becerros usados en el experimento; tampoco hubo efecto de factores externos como jerarquía animal, ambiente social, disponibilidad de agua y temperatura ambiental (Shimada et al., 2018) ya que se controlaron con el manejo de los becerros en las corraletas; factores internos y externos que inciden en el consumo de los nutrientes y la ganancia de peso (Shimada et al., 2018).

En el presente estudio se registró un CMS promedio de 8.4 kg/d, valores similares a lo reportado; en una engorda de becerros Charoláis (CMS de 8.6 kg/d) con una dieta a base de 9% de heno, 39% fibras celulolíticas y 52% de concentrado (Wetlese et al., 2020). El CMS y de nutrientes del presente estudio (Tabla 6) son mayores a lo publicado por Nunes do Prado et al. (1999), quienes estimaron consumos de 5.5 kg/d de MS, 0.56 kg/d de PC, 5.34 kg/d de MO, 3.31 kg/d de FDN y 1.98 kg/d de FDA en becerros Nelore confinados con una dieta que contenía 58% de ensilado de sorgo, 19.73% salvado de canola, 20.62 de maíz molido, 0.02% de monensina, 0.89% de calcio y 0.87% de sal mineral.

Los datos de digestibilidad en el presente estudio mostraron que en el ensayo *in vivo* se cuantificaron valores superiores a la degradación *in vitro* (Tabla 4) e *in situ* (Tabla 5). Los tratamientos en la evaluación *in vivo* promediaron DMS de 82.3%, DMO de 83.6%, DaFDN de 77.1% y DaFNA de 70.7%; mientras, en la evaluación *in vitro* el promedio fue DMS_{iv} de 75.3%, DaFDN_{iv} de 57.0% y DaFDA_{iv} de 57.0% y en la prueba *in situ* de 78 y 79.2% de DMS_{is} y DMO_{is}, respectivamente; este comportamiento se atribuye a las condiciones en que se efectuó cada experimento, dado que la digestibilidad *in vivo* mostró interacciones mecánicas y enzimáticas (Shimada et al., 2018) que aumentaron la digestibilidad de las dietas en los tratamientos.

La digestibilidad *in vivo* de la MS, MO, PC y hemicelulosa no presentaron efecto ortogonal lineal o cuadrático, ni hubo diferencia estadística entre tratamientos ($P > 0.05$; Tabla 6). Esto indica que la adición de ensilado de mango de desecho a una dieta integral que cubra los requerimientos para becerros (Tabla 2) no afecta la digestibilidad de los nutrientes, por lo que se puede considerar hasta 60% del ensilado evaluado como un ingrediente de la dieta. Lo anterior porque se mantiene la interacción entre bacterias del rumen como

Rumynobacter amylophilus, *Prevotella ruminicola*, *Fibrobacter succinogenes*, entre otras que son responsables de la actividad enzimática (amilolíticas, celulolíticas, hemicelulolíticas y proteolíticas), así como la tasa de pasaje y cantidad de fibra en la dieta (Mendoza et al., 2016).

La DaFDN y DaFDA *in vivo* de las dietas evaluadas en los tratamientos presentaron un comportamiento cuadrático ($P < 0.05$; Tabla 6); de modo que en T1 aumentó la digestibilidad de aFDN y aFDA respecto a T0; pero T2 mostró reducción e incremento en T3. El comportamiento cuadrático de la digestibilidad de la fibra se relaciona directamente al contenido de aFDN y aFDA en las dietas de los tratamientos (Tabla 2); ya que T0 y T2 cuantificaron en promedio 393 y 191 g/kg de MS de aFDN y aFDA, lo que representó 90 y 46 g de aFDN y aFDA más que el promedio de T1 y T3.

La digestibilidad *in vivo* de MS, aFDN y aFDA en los tratamientos del presente estudio cuantificó valores superiores a los reportados por Segers et al. (2015) y Liu et al. (2018). Segers et al. (2015) publicaron digestibilidades de 77.58, 69.63 y 71.57% para MS, FDN y FDA de una dieta que contenía 20% de ensilado de maíz, 52% de maíz quebrado, 18% de granos de destilería, 5.50% de maíz molido, 1.60% de urea, 2.70% de cal, 0.10% de mezcla mineral, 0.02 de Rumensin[®] 90⁵, 0.01% de Tylan[®] 40⁶ y 0.07% de grasa líquida para engorda intensiva de novillos mestizos. Liu et al. (2018) reportaron 57.9, 63.2, 65.3, 47.6 y 41.5% de DMS, DMO, DPC, DFDN y DFDA en una dieta para finalización de toros de la raza Simmental compuesta por 50% ensilado de maíz, 26.6% de maíz quebrado, 6.0% de salvado de trigo, 4.0% de soya, 8.0% de semilla de algodón, 1.3% de carbonato de calcio, 0.5% sal, 3.0% fosfato de calcio hidrogenado, 0.5% bicarbonato de calcio y 0.1% de premezcla mineral.

Las variables ruminales pH, N-NH₃, conteo de bacterias totales, acetato, propionato, butirato, AGV, relación acetato/propionato, bacterias celulolíticas y protozoarios no fueron afectadas por la inclusión de ensilado de mango de desecho en la dieta de los tratamientos evaluados ($P > 0.05$; Tabla 6). Sin embargo, la actividad de enzimas celulasas expresaron un aumento lineal en T1, T2 y T3 con relación a T0 ($P < 0.05$; Tabla 6).

El promedio de las variables ruminales en los tratamientos evaluados (Tabla 6) se encuentra acorde a un ecosistema ruminal ideal y los rangos son para pH de 5.5 a 6.9, bacterias totales de 10^{10} a 10^{11} células/ml, bacterias celulolíticas de 10^7 a 10^8 células/ml, protozoarios de 10^4 a 10^6 células/ml, contenido de 5 a 8 mg/dl de N-NH₃ (Kumar et al., 2015; Millen et al., 2016), acetato de 60 a 90 mmol/L, propionato 15 a 30 mmol/L y butirato de 10 a 25 mmol/L⁻¹ (Kumar et al., 2015; Shimada et al., 2018).

La eficiencia de la digestibilidad microbiana en el rumen depende de la estabilidad de las variables en este medio (Kumar et al., 2015; Shimada et al., 2018). En el presente estudio, los tratamientos promediaron pH de 6.5 y N-NH₃ de 3.99 mg/dl en el ensayo *in vitro* (Tabla 4); para el ensayo *in situ* se registraron promedios de pH de 6.4 y N-NH₃ de 5.95 (Tabla 3); mientras en el ensayo *in vivo* fue de pH 6.5 y N-NH₃ de 5.22 mg/dl (Tabla 6). Estos valores son comunes cuando se utiliza almidones en una dieta integral; ya que, Mendoza et al. (2016) indican rangos de pH de 5.5 a 6.9, y de 5 a 25 mg/dl de N-NH₃. Por lo anterior, se puede inferir una estabilidad en las variables ruminales incluyendo hasta 60% de ensilado de mango de desecho en dietas para becerros.

La producción de AGV es resultado del metabolismo del microbiota ruminal, influenciada por la composición y textura de la dieta, pH, frecuencia de consumo y actividad

enzimática, esto representan entre 50 a 70% de la energía digestible (Kumar et al., 2015; Shimada et al., 2018). De modo que, los valores de producción de AGV (Tabla 6) fueron inferiores a lo publicado por Segers et al. (2015), quienes reportaron una producción total de AGV de 86.81 mmol/l, acetato 46.29 mmol/l, propionato 25.37 mmol/l y la relación acetato/propionato de 2.00, con una dieta que contenía 20% de ensilado de maíz, 52% de maíz quebrado, 18% de granos de destilería, 5.50% de maíz molido, 1.60% de urea, 2.70% de cal, 0.10% de mezcla mineral, 0.02 de Rumensin[®] 90⁵, 0.01% de Tylan[®] 40⁶ y 0.07% de grasa líquida para engorda intensiva de novillos mestizos.

Los resultados de las variables ruminales del presente estudio fueron superiores a lo publicado por Carbajal-Márquez et al. (2019), quienes reportan 6.89 de pH, 2.97 mg/dl de N-NH₃, 3.32X10⁵ células/ml de protozoarios, 4.21X10⁹ células/ml de bacterias totales, 4.80X10⁷ células/ml de bacterias celulolíticas, 15.63 mU/mg proteína de celulasas, AGV 35.06 mmol/l, acetato de 22.23 mmol/l, propionato 8.02 mmol/l y butirato de 4.82 mmol/l, relación acetato / propionato 2.76, utilizaron una suplementación proteica que contenía 28% de pasta de soya, 4% de urea, 7% grano de maíz, 56% de heno y 5% de sal mineral.

4. Conclusiones

Los resultados obtenidos en las variables de producción de gas *in vitro*, digestibilidad *in situ*, consumo, digestibilidad aparente y variables ruminales en el ensayo *in vivo* permiten establecer que se puede usar hasta 60% de inclusión de ensilado de mango de desecho en una dieta integral para becerros de 200 ± 5 kg PV en confinamiento en el trópico, ya que satisfacen los requerimientos nutricionales y muestra estabilidad biológica.

Los ensayos *in vitro*, *in situ* e *in vivo* en su conjunto permitieron estimar la realización de silos con 86% de mango de desecho y 14% de heno de pasto pangola para su uso en dietas para becerros de 200 ± 5 kg PV en confinamiento en el trópico, como una estrategia de aprovechamiento de residuos de cosecha y alimentación en rumiantes.

5. Agradecimientos

Al Cuerpo Académico “Producción Sustentable de Rumiantes en el Trópico” y al grupo de investigación de nutrición animal de la Maestría en Producción de Bovinos en el Trópico, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2 de la Universidad Autónoma de Guerrero, México.

6. Referencias

- Aguilera, A., Pérez-Gil, D., de la Cruz, I., Juárez, J., 1997. Digestibility and fermentative characteristics of mango, lemon and corn stover silages with or without addition of molasses and urea. *Small Ruminant Res.* 26, 87-91. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(96\)01001-2](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(96)01001-2)
- Almaraz-Buendía, I., García, A.M., Sánchez-Santillán, P., Torres-Salado, N., Herrera-Pérez, J., Bottini-Luzardo, M.B., Rojas-García, A.R., 2019. Análisis bromatológico y producción de gas *in vitro* de forrajes utilizados en el trópico seco mexicano. *Arch Zootec.* 68, 260-266. DOI: <https://doi.org/10.21071/az.v68i262.4145>
- Association of Official Analytical Chemist, AOAC., 2007. *Official Methods of Analysis*, 18th. Ed. Arlington, VA, USA.
- Babayemi, O.J., 2006. Antinutritional factors, nutritive value and *in vitro* production of foliage and fruit of *Enterolobium cyclocarpum*. *World J Zool.* 1, 113-117.

-
- Bernard, J.K., Chandler, P.T., West, J.W., Parks, A.H., Amos, H.A., Froetschel, M.A., Trammel, D.S., 2004. Effect of supplemental l-lysine-HCl and corn source on rumen fermentation and amino acid flow to the small intestine. *J Dairy Sci.* 87, 399-405. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73179-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73179-3)
- Cañaverall-Martínez, U.R., Sánchez-Santillán, P., Torres-Salado, N., Sánchez-Hernández, D., Herrera- Pérez, J., Rojas-García, A.R., 2020. Características de calidad, bromatológicas y fermentativas *in vitro* de ensilado de mango de maduro. *Rev Mex Agroecosistemas.* 8, 11-13.
- Cannas, A., Tedeshi, L.O., Fox, D.G., Pell, A.N., Van Soest, P.J., 2004. A mecanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. *J Anim Sci.* 82, 149-169. <https://doi.org/10.2527/2004.821149x>
- Carmona, J.C., Bolívar M. D., Giraldo, A.L., 2005. El gas metano en la producción ganadera y alternativa para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. *Rev Colomb Cienc Pec.* 8, 49-63
- Carbajal-Márquez, U., Sánchez-Santillán, P., Rojas-García, A.R., Mendoza-Núñez, M.A., Ayala-Monter, M.A., Hernández-Valenzuela, D., 2019. Fermentación *in vitro* de complementos para becerros con niveles crecientes de vaina de parota (*Enterolobium cyclocarpum*). *Rev Mex Agroecosistemas.* 6, 205-212.
- Carbajal-Márquez, U., Sánchez-Santillán, P., Rojas-García, A.R., Mendoza-Núñez, M.A., Ayala-Monter, M.A., Hernández-Valenzuela, D., 2021. Effect of parota (*Enterolobium cyclocarpum*) pod protein supplement on feed intake and digestibility and calf ruminal characteristics. *Trop Anim Health Prod.* 53, 323. [DOI: 10.1007/s11250-021-02772-6](https://doi.org/10.1007/s11250-021-02772-6)
- Castillo, J.M., Rojas, B.A., Wingching, J.R., 2009, Valor nutricional del ensilaje de maíz cultivado en asociación con vigna (*Vigna radiata*) *Agron Costarricense.* 33, 133-146.

-
- Colombatto, D., Morgavi, D.P., Furtado, A.F., Beauchemin, K.A., 2003. Screening of exogenous enzymes for ruminant diets: relationship between biochemical characteristics and in vitro ruminal degradation. *J Anim Sci.* 81, 2628-2638. <https://doi.org/10.2527/2003.81102628x>
- Cobos, M.A., Yokoyama, M.T., 1995. *Clostridium paratrifcum* var. *Ruminanitum*: colonisation and degradation of shrimp carapaces in vitro observed by scanning electron microscopy. In: Rumen Ecology Research Planning. Wallace, R. J. and Lahlou-Kassi (eds). Proceedings of a Workshop held at the International Livestock Research Institute (ILRI) Addis Ababa, Ethiopia. 151-161.
- Espinoza-Sánchez, J., Sánchez-Santillán, P., Torres-Salado, N., Ayala-Monter, M.A., Herrera-Pérez, J., Magadan-Olmedo, F., 2020. Inclusion of ripe mango as a source of energy in diets for creole lambs in the dry tropics. *Trop Anim Health Prod.* 52(6): 3519-3526. [DOI: 10.1007/s11250-020-02386-4](https://doi.org/10.1007/s11250-020-02386-4)
- Filho, C.C.C.C., Filho, J.C.S., Junior, A. P. N., Freitas, R.T.F., Souza, R.M., Nunes, J.A.R., 2006. Qualidade da silagem de residuo de manga com diferentes aditivos. *Cienc Agrotec.* 32, 1537-1544. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000500040>.
- Filho, C.C.C.C., Filho, J.C.S., Junior, A. P. N., Freitas, R.T.F., Souza, R.M., Nunes, J.A.R., Coelho, J.V., 2010. Fracoes fibrosas da silagem de residuo de manga com aditivos. *Cien Agrotec.* 34, 751-757. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000300031>
- Gandara, L., Borrajo, C.I., Fernandez, J.A., Pereira, M.M., 2017. Efecto de la fertilización nitrogenada y la edad del rebrote sobre el valor nutritivo de *Brachiaria brizantha* cv “Marantu”. *Rev FCA Uncuyo.* 49, 69-77.
- Granados, R.L., Quiroz, V.J., Maldonado, J., Granados, Z.L., Oliva, H.J., 2018. Caracterización y tipificación del sistema doble propósito en la ganadería bovina del
-

-
- Distrito de Desarrollo Rural 151. Acta Univ. 28, 47-57. DOI: <https://doi.org/10.15174/au.2018.1916>
- Guzmán, O., Lemus, C., Burgarín, J., Bonilla, J., Ly, J., 2010a. Composición y características de los mangos (*Mangifera indica* L.) maduros mexicanos de Nayarit destinados a la alimentación animal. Rev Cubana Cienc Agri, 44.
- Guzmán, O., Lemus, C., Burgarín, J., Bonilla, J., Ly, J., 2010b. Ensilado de residuos de mango (*Mangifera indica* L.) para la alimentación animal. Características fermentativas. Rev Comp Prod Porc. 17. <http://dspace.uan.mx:8080/jspui/handle/123456789/1935>
- Harrigan, W.F., McCance, M.E., 1979. Métodos de laboratorio en microbiología de alimentos y productos lácteos. Ed. Academia León, España, p 331-366
- Hernández-Morales, J., Sánchez-Santillán, P., Torres-Salado, N., Herrera-Pérez, J., Rojas-García, A.R., Reyes-Vázquez, I., Mendoza-Núñez M.A., 2018. Composición química y degradaciones *in vitro* de vainas y hojas de leguminosas arbóreas del trópico seco de México. Rev Mex Cienc Pec. 9, 105-120. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i1.4332>
- Herrera-López, M., WingChing-Jones, R., Rojas-Bourrillón, A., 2009. Características fermentativas y nutricionales del ensilaje de rastrojo de piña (*Ananas comosus*). Agron costarricense. 33, 1-15. <https://hdl.handle.net/10669/13864>
- Herrera-Pérez, J., Velez-Regino, L.G., Sánchez-Santillán, P., Torres-Salado, N., Rojas-García, A.R., Maldonado-Peralta, M., 2018. Fermentación *in vitro* de consorcios bacterianos celulolíticos ruminales de búfalo de agua en sustratos fibrosos. MVZ Córdoba, 23, 6860-6870. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1374>
- Hoffman, P.C., Lundberg, K.M., Bauman, L.M., Shaver, R.D., Contreras-Govea, F.E., 2007. Digestibilidad *in vitro* del FDN (fibra detergente neutro) el debate de 30 vs 48 h.

-
- Universidad de Wisconsin Focus on Forage. 5, 1-4.
<https://www.yumpu.com/s/WZEA0pUmuu3rGOpH>
- Johnson, D.E., Johnson, A. k., Ward, M.G., Branine, E.M., 2000. Ruminants and other animals. In Khalil, M. ed. Atmospheric Methane. Springer Verlag. Berlin, Germany. 199-229. https://doi.org/10.1007/978-3-642-84605-2_11
- Keulen, V.J., Young, B.A., 1977. Evaluation of acid-insolubles ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. J Anim Sci. 44, 282-287.
<https://doi.org/10.2527/jas1977.442282x>
- Kumar, P.A., Singh, R., Nandan, D.K., 2015. Rumen Microbiology: from evolution to revolution. Springer New Delhi. India, 1, 3-16. [DOI 10.1007/978-81-322-2401-3](https://doi.org/10.1007/978-81-322-2401-3)
- Khejornsart, P., Wanapat, M., 2011. Effect of various chemical treated-rice straws on rumen fermentation characteristic using *in vitro* gas production technique. Livest Res Rural Development. 23, 235-240. <http://www.lrrd.org/lrrd23/1/khej23004.htm>
- Lavrencic, A., Stefanon, B., Susmel, P., 1997. An evaluation of the Gompertz model in degradability studies of forage chemical components. Anim Sci. 64, 423-431. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1357729800016027>
- Levine, S.A., Billington, J.C., 1997. Why do we eat? a neural systems approach. Annu Rev Nutr. 17, 597-619. <https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.17.1.597>
- Liu, Q., Wang, C., Li, H.Q., Guo, G., Huo, W.J., Zhang, Y.L., Pei, C.A., Wang, H., 2018. Effects of dietary protein level and rumen-protected pantothenate on nutrient digestibility, nitrogen balance, blood metabolites and growth performance in beef calves. J Anim Feed Sci. 27. 202-2010. <https://doi.org/10.22358/jafs/92660/2018>
- López-Vigoa, O., Olivera-Castro, Y., Lamela-López, L., Sánchez-Santana, T., Montejo-Sierra, I. L., González-Ronquillo, M., Rojo-Rubio, R., 2016. Influencia de la
-

-
- complementación con caña de azúcar y/o pulpa de cítricos en la fermentación *in vitro* de dietas basadas en *Megathyrsus maximus* y *Leucoena leucocephala*. Pastos y Forrajes. 39, 271-280. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&
- Lutter, M., Nestler, J.E., 2009. Homeostatic and hedonic signals interact in the regulation of food intake. J Nutr. 139, 629-632. <https://doi.org/10.3945/jn.108.097618>
- Revuelta., L.D., Mosquera, L.D., Cuba, M.F., 2008. Ensiling potential or orange fruit wastes (*Citrus sinensis*). Rev Cienc Téc Agropec. 17(2): 41-44.
- McCulloch, H., 1967. The determination of ammonia in whole blood by a direct colorimetric method. Clin Chim Acta. 17, 297-304. DOI: [https://doi.org/10.1016/0009-8981\(67\)90133-7](https://doi.org/10.1016/0009-8981(67)90133-7)
- Medina- Romo, M., Estrada, G.T., Haro, G.I., Solis, C.I., 2006. Digestibilidad *in situ* de dietas con harina de nopal deshidratado conteniendo un preparado de enzimas fibrolítica exógenas. Pesq Agropec Brazilian. 41, 1143-1177.
- Mehrez, A.Z., Orskov, E.R., McDonald, Y., 1977. Rates of rumen fermentation to ammonia concentration. Br. J. Nutr. 38, 437-443. DOI: <doi:10.1079/BJN19770108>
- Medina, C., Paredes, A., Rodríguez, M.E., Moreno, M., Belen-Camacho, D. G., Ojeda, C., 2010. Evaluación de dos métodos de extracción de almidón a partir de cotiledones de mango. Rev. Bioagro. 22, 67-74.
- Mendoza, M.G.D., Ricalde, V.R., 2016. Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano. Universidad Autónoma Metropolitana. 2ª edición. México.
- Menke, K., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., Schneider, W., 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. J Agric Sci. 93, 217-222. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859600086305>
-

-
- Millen, D. D., Arrigoni, M. D. B., Pacheco, R. D. L. (2016). Rumenology. Springer international. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-30533-2>
- Miller, G.L., 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal Biochem. 31, 426-428. DOI: <https://doi.org/10.1021/ac60147a030>
- National Research Council, NRC., 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle: Subcommittee on Beef Cattle Nutrition, Committee on Animal Nutrition. National Research Council. 7.
- Nunes do Prado, I., Souza, M.A., 1999. Efeito da substituição do farelo de algodão pelo farelo de canola no desempenho de novilhas nelore confinadas. Rev Bras Zootec. 28, 1396-1396.
- Nkosi, B.D., Meeske, R., Palic, D., Langa, T., Leeuw, K., Groenewald, J.B., 2009. Effects of ensiling whole crop maize with bacterial inoculants on the fermentation, aerobic stability, and growth performance of lambs. Anim Feed Sci Technol. 154, 193-203. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.09.009>
- Orskov, E., McDonald, I., 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J Agric Sci. 92, 499-503. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859600063048>
- Panorama Nacional Agroalimentario, PNA., 2020. Datos de un campo que avanza sin dejar a nadie atrás. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural, México. Edición 2020. https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2020/Atlas-Agroalimentario-2020
- Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Cuajinicuilapa, Guerrero, PIGM., 2009. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Clave Geoestadística 12023. <http://mapserver.inegi.org.mx/mgn2k/>

-
- Quintero, C.V., Giraldo, G.G., Lucas, A.J., Vasco, L.J., 2013. Caracterización fisicoquímica del mango común (*Mangifera indica L.*) durante su proceso de maduración. Rev Bio Agro. 11, 10-18.
- Ramírez-Cancino, L., Aranda-Ibañez, E., Mendoza, M.G.D., Landois, P.L., Miranda, R.L.A., Crosby, G.M., 2005., Caracterización de productos comerciales utilizados en la alimentación de rumiantes. Vet Méx. 36, 1-9.
- Rego, M.M.T., Neiva, J.N.M., Rego, A.C., Candido, M.J.D., Carneiro, M.S.S., Lobo, R.N.B., 2010. Chemical and bromatological characteristics of elephant grass silages containing a mango by-product. Rev Bras Zootec, 39:81-87. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000100011>
- Reyes-Gutiérrez, J.A., 2012., Evaluación de la digestibilidad *in situ* de los nutrientes y variables ruminales del ensilado de caña de azúcar con diferentes fuentes de proteína. (Tesis Doctoral) Universidad de Guadalajara.
- Rivera-Cristóbal, C., Sánchez-Santillán, P., Torres-Salado, N., Rojas-García, A.R., Maldonado-Peralta, M., Herrera-Pérez, J., 2019. Producción *in vitro* de biogás, metano y degradación de la materia seca de dietas que incluyen niveles crecientes de vaina de *Moringa oleífera*. Rev Mex Agroecosistemas. 6, 1320-1326.
- Rojas-García, A.R., Orocio-Martínez, R.K., Sánchez-Santillán, P., Ayala-Monter, M.A., Maldonado-Peralta, M., Valenzuela-Lagarda, J.L., 2020. Características bromatológicas y fermentativas *in vitro* de complementos con *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq) Griseb y cascara de *Curcubita argyrosperma* H. Agroproductividad. 13, 67-74.
- Rodríguez, M. C., Aguirre, E., Salvador, F., Ruiz, O., Arzola, C., La, O., Villalobos C., 2010. Producción de gas, ácidos grasos volátiles y nitrógeno amoniacal *in vitro* con dietas basadas en pasto seco. Rev. Cubana Cienc Agríc. 44, 251-259

-
- Rodriguez, R., Fondevila, M., 2011. Effect of saponins from *Enrerolobium cyclocarpum* on in vitro microbial fermentation of the tropical grass *Pennisetum purpureum*. Anim Physiol Anim Nut. 96, 762-769
- Sá, C., Neiva, J., Goncalves, J., Lobo, R., 2007. Composicao bromatológica e características fermentativas de silagens de capin elefante (*Pennisetum purpureum* S.) con niveles crescentes de adicao do subproduto da manga (*Manguijera indica* L). Rev Cienc Agron, 38, 199-203.
- Saper, B.C., Chou, C.T., Elmquist, K.J., 2002. The need to feed: homeostatic and hedonic control of eating. Neuron. 36, 199-211. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(02\)00969-8](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(02)00969-8)
- Sallam, S.M.A.H., Bueno, I.C.S., Godoy, P.B., Nozella, E.F. Vitti, D.M.S.S., Abdalla, A.L., 2010. Ruminal fermentation and tannins bioactivity of some browses using a semi-automated gas production technique. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 12, 1-10.
- Sánchez-Laiño, A., Torres-Navarrete, E., Espinoza- Guerra, I., Montenegro-Vivas, L. Barba-Capote, C., García-Martínez, A., 2019. Valoración nutricional *in situ* de dietas con harina de maracuyá (*Pasiflora edulis*) en sustitución del maíz (*Zea mayz*). Rev Investig Vet Perú. 30. 149-157. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i1.14438>
- Sánchez-Santillán, P., Cobos-Peralta, M.A., 2016. Producción *in vitro* de ácidos grasos volátiles de bacterias celulolíticas reactivas y bacterias ruminales totales en sustratos celulolíticos. Agrociencia. 50, 565-574.
- Sánchez-Santillán, P., Meneses-Mayo, M., Miranda-Romero, L.A., Santellano-Estrada, E., Alarcón-Zúñiga, B., 2015. Actividad fibrolítica y producción de gas por *Pleorotus ostreatus*- IE8 y *Formes fomentarius*-EUM1 en bagazo de caña. MVZ Córdoba. 20, 4907-4916.

-
- Sánchez-Santillán, P., Cobos-Peralta, M.A., Hernández-Sánchez, D., Alvarado-Iglesias, A., Espinosa-Victoria, D., Herrera-Haro, J.G., 2016. Use of activated carbon to preserve lyophilized cellulolytic bacteria. *Agrociencia*, 50, 575-582.
- Sánchez-Santillán, P., Herrera-Pérez, J., Torres-Salado, N., Almaraz-Buendía, I., Reyes-Vázquez, I., Rojas-García, A.R., Gómez-Trinidad, M., Contreras-Ramírez, E.O., Maldonado-Peralta, M.Á., Magadan-Olmedo, F., 2020. Chemical composition, and *in vitro* fermentation of ripe mango silage with molasses. *Agroforest Syst.* 94, 1511-1519. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-019-00442-z>
- Santos, V.S., Parra, C.F.I., Herrera, S.A., Valenzuela, A.B., Estrada, M.J.C., 2011. Colección de microorganismos edáficos y endófitos nativos para contribuir a la seguridad alimentaria nacional. *Rev Mex Cienc Agríc*. 9(1), 191-202. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i1.858>
- SAS Institute Inc., 2011. SAS/STAT User's Guide: Version 9.33 ed. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina.
- Segers, J.R., Felix, T.L, Green, A.R., Maia, G.N., Ramirez, B.C., Shike, D.W., 2015. Effect of dietary fat concentration from condensed corn distillers solubles, during th growing phase, on beef cattle performance, carcass traits, digestibility, and ruminal metabolism. *J Anim Sci.* 93, 3990-4001 DOI: <https://doi.org/10.2527/jas2015-8917>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP., 2021. Datos abiertos, estadística de producción agrícola y pecuaria. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural, México. http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos_a.php
- Siller-Cepeda, J., Muy-Rangel, D., Baenz-Sañudo, M., Araiza, E., Arieta-Ojeda, A., 2009. Calidad poscosecha de cultivares de mango de maduración temprana, intermedia y tardía. *Rev Fitotec Mex.* 32, 45-52.
-

-
- Stolaroff, J.K., Keith, D.W., Lowry, G.V., 2008. Carbon dioxide capture from atmospheric air using sodium hydroxide spray. *Environ Sci Technol.* 42, 2728-2735.
- Shimada, M.A., 2018. *Nutrición animal*. Trillas 4a edición., México.
- Torres-Salado, N., Sánchez-Santillán, P., Rojas-García, A.R., Herrera-Pérez, J., Hernández-Morales, J., 2018. Producción de gases efecto invernadero *in vitro* de leguminosas arbóreas del trópico seco mexicano. *Arch Zootec.* 67, 55-59. DOI: <https://doi.org/10.21071/az.v67i257.3491>
- Thomas, R., Nkosi, B.D., Umesiobi, D.O., Meeske, R., Kanengoni, A.T., Langa, T., 2013. Evaluation of potato hash two silage inoculants bacterias and their effects on the growth of fattening pigs. *J Anim Sci.* 40, 488-490.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A., 1994. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci.* 74, 3583-3597. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Vega-Baudrit, J., Delgado-Montero, K., Sibaja-Ballesteros, M.R., Alvarado-Aguilar, P., Barrientos-Ramírez, S., 2008. Empleo de la melaza de caña de azúcar para la obtención y caracterización de poliuretano potencialmente biodegradable. *Rev Iberoamer Polím.* 9, 407-421.
- Vieira, F.P.A., Queiroz, J., Albino, L., Moraes, G., Barbosa, A., Muller, E., Viana, M., 2008. Efeitos inclusao de farelo do residuo de manga no desempenho de frangos de corte de 1 a 42 días. *Rev Bras Zootec.* 37, 2173-2178. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001200014>
- Vinent, N., 2003. Estudio de la composición bromatológica del ensilaje de mango en miel. *Agric Organ.* 1, 8-9.

Weimer, J. P., 2015. Redundancy, resilience, and host specificity of the ruminal microbiota: implications for engineering improved ruminal fermentations. *Front Microbiol.* 21, 10-15

DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00296>

Wetlesen, M.S., Aby, B.A., Vangen, O., Aass, L. 2020. Simulations of feed intake, production output, and economic result within extensive and intensive suckler cow beef production systems. *Livestock Sci.* 241, 104229. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104229>

Tabla 1. Ingredientes utilizados en la elaboración de las dietas de los tratamientos y producción de biogás

Variable	Ensilado de mango de desecho	Heno pasto pangola	Grano de maíz molido	Pasta de soya	Bicarbonato de sodio	Mezcla mineral
MS (g/kg MS)	337.7	960	921	939.8	998.8	976.7
MO (g/kg MS)	937.1	926	914	836.4	-	-
PC (g/kg MS)	68.6	48.1	60.7	494.2	-	-
aFDN (g/kg MS)	518.9	778	181	290.3	-	-
aFDA (g/kg MS)	306.8	432	58.9	61.6	-	-
Hemicelulosa (g/kg MS)	212.1	346	122	228.7	-	-
Ce (g/kg MS)	62.9	74	86.4	163.6	629.2	921.9
Biogás parcial 0-24 h (ml/g MS)	117.3	87.1	179.0	149.8	-	-
Biogás parcial 24-48 h (ml/g MS)	40.0	38.0	47.9	28.2	-	-
Biogás parcial 48-72 h (ml/g MS)	29.6	28.7	30.0	27.6	-	-
Biogás acumulado 0-72 h (ml/g MS)	187.0	153.9	256.8	205.7	-	-

MS= materia seca; MO= materia orgánica; PC= proteína cruda; aFDN= fibra detergente neutro; aFDA= fibra detergente ácido; Hemicelulosa= hemicelulosa; Ce= cenizas.

Tabla 2. Proporción de ingredientes en las dietas y composición química de acuerdo a tratamiento

Variable	T0	T1	T2	T3
<i>Ingrediente (%)</i>				
Grano de maíz molido	50	38	30	22
Ensilado de mango	0	30	45	60
Heno de pasto pangola	32	14	7	0
Pasta de soya	14	14	14	14
Bicarbonato de sodio.	2	2	2	2
Mezcla mineral*	2	2	2	2
<i>Composición química</i>				
Energía metabolizable (Mcal/kg MS)	2.7	2.7	2.7	2.7
MS (g/kg MS)	954.30	792.95	713.56	616.50
MO (g/kg MS)	933.2	919.12	927.85	892.45
PC (g/kg MS)	129.7	136.03	133.20	141.92
aFDN (g/kg MS)	393.7	330.05	393.12	276.27
aFDA (g/kg MS)	186.1	173.50	196.44	116.01
Hemicelulosa (g/kg MS)	207.6	156.55	196.68	160.26
Ce (g/kg MS)	66.8	80.88	72.15	107.55

T0= tratamiento con 0% de inclusión de ensilado de mango; T1= tratamiento con 30% de inclusión de ensilado de mango; T2= tratamiento con 45% de inclusión de ensilado de mango; T3= tratamiento con 60% de inclusión de ensilado de mango; Mezcla mineral*= mezcla mineral comercial CAMPISAL® con composición mínima 17.58% de calcio, 2.40% de fósforo, 36.50% de cloruro de sodio, 11.70% de azufre, 0.71% de zinc, 0.14% de cobre, 0.0007% de yodo, 0.0016% de cobalto, 0.0029% de selenio, composición máxima 0.024% de flúor y 5.0% de humedad; MS= materia seca; MO= materia orgánica; PC= proteína cruda; aFDN= fibra detergente neutro; aFDA= fibra detergente acida; Hemicelulosa= hemicelulosa; Ce= cenizas.

Tabla 3. Variables ruminales promedio de las vacas usadas en el ensayo *in situ*

Bovino	Hora	pH	Protozoarios totales (células/ml)	Bacterias totales (células/ml)	Nitrógeno amoniaco (mg/dl)
	0	6.40	3.4X10 ⁶	4.9X10 ⁹	6.83
	3	6.57	3.3X10 ⁶	4.8X10 ⁹	6.81
	6	6.48	3.3X10 ⁶	4.9X10 ⁹	5.81
<i>Valores promedio</i>	9	6.30	3.3X10 ⁶	4.9X10 ⁹	5.71
	12	6.21	3.2X10 ⁶	4.7X10 ⁹	5.51
	24	6.10	3.2X10 ⁶	5.1X10 ⁹	5.09
	72	6.54	3.1X10 ⁶	5.5X10 ⁹	5.08

pH= potencial de hidrógeno.

Tabla 4. Ensayo *in vitro* de dietas integrales para becerros con cantidades crecientes de ensilado de mango de desecho

Variable	Tratamiento				EEM	ANOVA	Lineal	Cuadrático
	T0	T1	T2	T3				
Biogás parcial 0-24 h (ml/g MS)	167.02 ^a	161.92 ^a	148.48 ^b	149.59 ^b	1.61	<.0001	<.0001	0.1389
Biogás parcial 24-48 h (ml/g MS)	36.10 ^{ab}	36.88 ^a	33.85 ^b	34.233 ^{ab}	0.41	0.0189	0.0145	0.7914
Biogás parcial 48-72 h (ml/g MS)	20.34 ^b	23.2 ^b	29.22 ^a	23.48 ^b	0.79	0.0002	0.0089	0.0015
Biogás acumulado 0-72 h (ml/g MS)	223.47 ^a	222 ^a	211.55 ^b	207.30 ^b	1.54	<.0001	<.0001	0.5404
Metano parcial 0-24 h (ml/g MS)	35.83 ^b	41.54 ^a	36.22 ^{ab}	38.04 ^{ab}	0.77	0.0271	0.8368	0.1752
Metano parcial 24-48 h (ml/g MS)	10.68 ^a	9.03 ^a	11.23 ^a	10.20 ^a	0.35	0.1362	0.8028	0.6423
Metano parcial 48-72 h (ml/g MS)	5.24 ^a	5.64 ^a	3.88 ^a	5.20 ^a	0.30	0.1682	0.4722	0.4292
Metano acumulado 0-72 h (ml/g MS)	51.76 ^a	56.22 ^a	51.34 ^a	53.46 ^a	0.95	0.258	0.9815	0.5353
EM (Mcal/kg MS)	1.78 ^a	1.76 ^a	1.67 ^b	1.69 ^b	0.01	<.0001	<.0001	0.1142
pH	6.61 ^{ab}	6.62 ^a	6.56 ^{bc}	6.56 ^c	0.008	0.0047	0.0012	0.741
N-NH ₃ (mg/dl)	3.61 ^a	4.03 ^a	4.16 ^a	4.16 ^a	0.369	0.7684	0.3574	0.632
DMS _{iv} (%)	74.58 ^a	75.46 ^a	74.53 ^a	76.85 ^a	0.146	0.0586	0.0457	0.2348
DaFDN _{iv} (%)	59.29 ^a	54.24 ^a	61.95 ^a	53.02 ^a	0.194	0.0716	0.3045	0.4174
DaFDA _{iv} (%)	59.83 ^a	58.19 ^{ab}	62.55 ^a	47.96 ^b	0.020	0.0108	0.0175	0.0246
A (ml/g MS)	203.59 ^a	199.24 ^a	187.25 ^b	185.46 ^b	1.588	<.0001	<.0001	0.5417
k (h)	3.149 ^a	3.050 ^{ab}	2.892 ^b	2.891 ^b	0.030	0.0014	0.0002	0.3309
b (ml/h)	0.164	0.172	0.159	0.167	0.002	0.2419	0.8481	0.9009

^{a,b,c}Medias con diferente letra dentro de una fila son diferentes ($P < 0.05$). EEM= error estándar de la media; ANOVA= análisis de varianza; T0= tratamiento con 0% de inclusión de ensilado de mango; T1= tratamiento con 30% de inclusión de ensilado de mango; T2= tratamiento con 45% de inclusión de ensilado de mango; T3= tratamiento con 60% de inclusión de ensilado de mango; pH= potencial de hidrogeno; N-NH₃ = nitrógeno amoniacal; DMS_{iv}= degradación de la materia seca; DaFDN_{iv}= degradación de la fibra detergente neutro; DaFDA_{iv}= degradación de la fibra detergente ácido; A= potencial de producción de biogás total; k= tiempo lag; b= tasa constante de producción de biogás del material potencialmente degradable.

Tabla 5. Ensayo *in situ* de dietas integrales para becerros con cantidades crecientes de ensilado de mango de desecho

Variable	Tratamiento				EEM	ANOVA	Lineal	Cuadrático
	T0	T1	T2	T3				
Digestibilidad de la materia seca (%)								
3 h (%)	37.61 ^a	37.92 ^a	38.19 ^a	44.49 ^b	0.8	0.0027	0.0013	0.0148
6 h (%)	41.52 ^a	44.49 ^{ab}	47.87 ^b	50.28 ^b	1.14	0.003	0.0004	0.8143
9 h (%)	49.05 ^a	48.11 ^a	48.62 ^a	53.53 ^a	1.56	0.1265	0.08	0.0969
12 h (%)	49.12 ^a	52.81 ^a	52.68 ^a	56.86 ^{ab}	1.62	0.0633	0.0142	0.8853
24 h (%)	63.65 ^a	64.86 ^a	66.63 ^a	69.68 ^{ab}	1.24	0.0479	0.0087	0.4943
48 h (%)	74.08 ^a	74.18 ^a	75.24 ^a	78.50 ^b	0.44	0.0003	0.0008	0.0388
72 h (%)	78.20 ^a	73.82 ^a	78.86 ^a	81.29 ^a	1.02	0.0681	0.0894	0.0737
<i>a</i> (%)	6.73 ^a	5.88 ^a	6.45 ^a	6.88 ^a	0.72	0.3732	0.5901	0.1519
<i>b</i> (%)	67.46 ^a	67.08 ^a	67.80 ^a	69.60 ^a	0.86	0.1057	0.0425	0.138
<i>a+b</i> (%)	74.19 ^{abc}	72.96 ^b	74.25 ^{abc}	76.48 ^c	0.44	0.0292	0.023	0.0284
<i>c</i> (%/h)	0.115 ^a	0.138 ^{ab}	0.128 ^{ab}	0.149 ^b	0.01	0.0499	0.0209	0.9461
<i>k</i> (%/h)	0.063 ^a	0.066 ^a	0.064 ^a	0.050 ^a	0	0.5975	0.3239	0.3799
<i>DE</i> (%)	48.82 ^a	50.84 ^a	51.48 ^a	60.34 ^a	1.89	0.1026	0.0308	0.2881
Digestibilidad de la materia orgánica (%)								
3 h (%)	36.46 ^a	33.72 ^b	34.31 ^b	41.07 ^c	0.75	<0.0001	0.0001	<0.0001
6 h (%)	40.32 ^a	43.1 ^b	46.56 ^c	47.43 ^c	1.19	<0.0001	<0.0001	0.0648
9 h (%)	49.81 ^a	46.15 ^b	47.16 ^{ab}	51.83 ^a	1.75	0.0009	0.0368	0.0002
12 h (%)	48.59 ^a	48.46 ^a	51.66 ^b	57.66 ^c	1.52	<0.0001	<0.0001	0.0004
24 h (%)	63.96 ^a	65.56 ^a	65.67 ^a	71.96 ^b	1.24	<0.0001	<0.0001	0.0003
48 h (%)	74.76 ^a	75.87 ^{ab}	77.37 ^b	78.40 ^b	0.38	0.0005	<0.0001	0.9262
72 h (%)	78.98 ^a	77.84 ^a	79.58 ^{ab}	80.78 ^b	0.43	0.0011	0.0009	0.0058
<i>a</i> (%)	24.86 ^a	25.06 ^a	26.85 ^b	26.88 ^b		0.0001	<.0001	0.6777
<i>b</i> (%)	56.62 ^a	55.17 ^b	54.41 ^c	55.96 ^{ab}		0.0039	0.0737	0.001
<i>a+b</i> (%)	81.48 ^a	80.22 ^b	81.26 ^{a,b}	82.83 ^c		0.0007	0.0021	0.0006
<i>c</i> (%/h)	0.059 ^a	0.055 ^a	0.055 ^a	0.077 ^b		<.0001	<.0001	<.0001
<i>k</i> (%)	0.041 ^a	0.043 ^a	0.042 ^a	0.041 ^a		0.1106	0.5445	0.0319
<i>DE</i> (%)	54.80 ^a	55.91 ^{a,b}	57.05 ^b	61.37 ^c		<.0001	<.0001	0.0007

^{a,b,c}Medias con diferente letra dentro de una fila son diferentes ($P < 0.05$). EEM = error estándar de la media; ANOVA = análisis de varianza; T0 = tratamiento con 0% de inclusión de ensilado de mango; T1 = tratamiento con 30% de inclusión de ensilado de mango; T2 = tratamiento con 45% de inclusión de ensilado de mango; T3 = tratamiento con 60% de inclusión de ensilado de mango; *a* = fracción soluble de degradación rápida; *b* = fracción lenta o potencialmente degradable; *a+b* = máxima degradabilidad potencial; *c* = velocidad a que *b* se degrada; *k* = tasa de salida ruminal; DE = degradabilidad efectiva.

Tabla 6. Ensayo *in vivo* de dietas integrales para becerros con cantidades crecientes de ensilado de mango de desecho

	Tratamiento				EEM	ANOVA	Lineal	Cuadrático
	T0	T1	T2	T3				
<i>Consumo</i>								
MS (kg/d)	7.33	8.23	9.25	9.08	0.554	0.066	0.018	0.264
MO (kg/d)	7	7.8	8.9	8.3	0.515	0.073	0.032	0.134
PC (kg/d)	0.9 ^b	1.2 ^{ab}	1.3 ^{ab}	1.3 ^a	0.082	0.031	0.007	0.256
aFDN (kg/d)	2.6 ^b	2.8 ^b	3.7 ^a	2.5 ^b	0.216	0.005	0.379	0.005
aFDA (kg/d)	1.1 ^b	1.5 ^{ab}	1.8 ^a	1.1 ^b	0.12	0.0022	0.536	0.0006
<i>Digestibilidad aparente de nutrientes</i>								
MS (%)	73.0	89.7	74.7	91.8	0.355	0.083	0.123	0.97
MO (%)	74.8	90.7	77.0	92.1	0.345	0.127	0.159	0.937
PC (%)	73.9	90.4	79.6	91.7	0.325	0.191	0.153	0.721
aFDN (%)	67.0 ^a	84.8 ^b	66.9 ^a	86.7 ^b	0.320	0.047	0.11	0.85
aFDA (%)	59.4 ^a	82.6 ^b	59.6 ^a	81.3 ^b	0.365	0.026	0.11	0.885
Hemicelulosa (%)	73.8	87.3	74.2	90.6	0.286	0.105	0.139	0.777
<i>Variables Ruminales</i>								
pH	6.42	6.62	6.57	6.57	0.083	0.798	0.563	0.538
Protozoarios totales (células/ml)	3.8X10 ⁶	3.0X10 ⁶	3.8X10 ⁶	3.8X10 ⁶	0.66X ⁵	0.888	0.846	0.649
Bacterias totales (células/ml)	4.9X10 ⁹	5.5X10 ⁹	5.1X10 ⁹	4.6X10 ⁹	0.319X10 ⁹	0.836	0.73	0.45
Bacterias celulolíticas (células/ml)	4.5X10 ⁷	6.2X10 ⁶	3.5X10 ⁷	3.4X10 ⁷	1.02X10 ⁷	0.768	0.96	0.513
N-NH ₃ (mg/dl)	6.93	5.08	3.81	5.09	0.683	0.436	0.271	0.259
Celulasas (mU/ml)	11.14	12.09	12.94	15.1	0.675	0.193	0.048	0.617
AGV (mmol/l)	41.79	42.77	42.58	41.66	0.997	0.977	0.832	3.596
Acetato (mmol/l)	29.55	30.11	30.30	26.15	0.581	0.370	0.347	2.065
Propionato (mmol/l)	6.74	6.60	6.14	6.45	0.976	0.774	0.832	0.528
Butirato (mmol/l)	5.50	6.06	6.14	9.07	0.558	0.241	0.544	1.356
Relación acetato / propionato	4.4	4.8	4.8	4.2	0.741	0.794	0.324	0.184

^{a,b,c}Medias con diferente letra dentro de una fila son diferentes (P < 0.05).

EEM = error estándar de la media; ANOVA = análisis de varianza; T0= tratamiento con 0% de inclusión de ensilado de mango; T1 = tratamiento con 30% de inclusión de ensilado de mango; T2 = tratamiento con 45% de inclusión de ensilado de mango; T3 = tratamiento con 60% de inclusión de ensilado de mango; MS = materia seca; MO = materia orgánica; PC = proteína cruda; aFDN = fibra detergente neutro; aFDA = fibra detergente ácido; pH = potencial de hidrogeno; N-NH₃ = nitrógeno amoniacal; AGV = ácidos grasos volátiles.

CAPÍTULO 3

CURSO-TALLER A PRODUCTORES

Resumen

El taller de transferencia de tecnología aplicada a la alimentación de rumiantes se realizó en la comunidad de San Juan, municipio de Azoyú, Estado de Guerrero. El día 2 de mayo de 2021, con la participación de 13 productores se realizó el taller que contempló fundamentos y elaboración de suplementos alimenticios para rumiantes. Los fundamentos que se abordaron fue la elaboración de bloques multinutricionales (BMN) y del proceso de ensilados, técnicas, modelos e insumos. El segundo proceso consistió en la elaboración de los BMN y elaboración de ensilados de mango como fruta de desecho de cosecha en la comunidad. Como resultado se capacitó a 13 productores de la comunidad de San Juan, sensibilizando a los asistentes en temas como la importancia en la suplementación, importancia de los BMN y el uso de los ensilados como estrategia para conservar desechos de fruta de temporada. La conclusión fue que cada productor describió sus conocimientos adquiridos y cómo ejecutarlos en las unidades de producción y finalmente el agradecimiento por lo realizado.

Palabras clave: Taller de transferencia de tecnología, bloque multinutricional, ensilado de mango.

Introducción

La ganadería tropical mexicana es la actividad más importante de cohesión económica, social y ambiental en las comunidades rurales (Laurent *et al.*, 2003; Ayantunde *et al.*, 2011). El envejecimiento de los ganaderos, relevo generacional bajo, migración, inestabilidad en los precios de la leche y carne, la competitividad, dependencia de insumos externos y deterioro de los recursos naturales que genera una necesidad de producir bajo estas circunstancias (Gibón, 2005).

Sin embargo, remarca sus fortalezas en los bajos costos de producción, uso estratégico de los recursos naturales, mano de obra familiar y potencial producción de forraje, en este sentido, los ganaderos rurales coexisten con la interacción de estos factores.

La comunidad de San Juan, municipio de Azoyú, perteneciente a la Costa Chica en el Estado de Guerrero, cuenta con 2,430 habitantes y las principales actividades económicas son la agricultura (producción de maíz) y ganadería. Esta última se desarrolla en zonas topográficas difíciles, temperaturas extremas (28-35 °C) y escasez de agua. Es una ganadería de doble propósito (DP) (cruzas Brahman, Nelore, Guzarat, Gyr y Pardo Suizo). Los ganaderos de la comunidad se agrupan en la Asociación Ganadera Local (AGL N° 305) perteneciente al municipio de Juchitán, Guerrero, con 35 socios activos.

El esquema de transferencia de tecnologías de la Maestría en Producción de Bovinos en el Trópico se vincula con dicha agrupación y se planea la elaboración de un esquema de apoyo técnico en el área de nutrición bovina. Las actividades fueron coordinadas con los productores de la comunidad priorizando dos esquemas: 1) la suplementación con la producción de bloques multinutricionales (BMN); 2) los diferentes esquemas de ensilados; y 3) manejo integral de agua, suelo, vegetación nativa y manejo de los potreros.

En este sentido, el taller de transferencia de tecnología se desarrolló con la participación de 13 productores, quienes se comprometieron a generalizar y replicar el conocimiento adquirido.

Objetivos

General

Fortalecer la ganadería local, a través de un taller de transferencia de tecnología aplicada a la suplementación de rumiantes, mediante un enlace de ciencia y sociedad.

Específicos

- Transferir las tecnologías nutricionales enfocadas a rumiantes, mediante la metodología inclusión participativa, aplicación, ventajas, recetas del suplemento bloques multinutricionales
- Transferir las tecnologías nutricionales enfocadas a rumiantes, mediante la metodología inclusión participativa, principios, ventajas y usos del ensilado en época de estiaje.

Desarrollo de las actividades

Presentación

El taller de transferencia de tecnología aplicada a la suplementación de rumiantes se realizó en la comunidad de San Juan municipio de Azoyú, Guerrero. El día 2 de mayo del 2021, con la participación de 13 productores (Tabla 7) todos pertenecientes a la Asociación Ganadera Local No. 305.

Tabla 7. Listado de productores participantes en el taller de transferencia de tecnológica

Nombre	Lugar de procedencia
Pedro Suasteguí Gallardo	Azoyú, Guerrero.
Guillermo Garcia Villegas	Azoyú, Guerrero.
Octaviano Nazario Jimenez	El Puente, Azoyú, Guerrero.
Demetrio Galindo Martinez	San Juan, Azoyú, Guerrero.
Roberto Guzman Nazario	San Juan, Azoyú, Guerrero
Minerva Nazario Horizonte	San Juan, Azoyú, Guerrero
Martha Camarillo Orea	San Juan, Azoyú, Guerrero
Eneyda Guzman Nazario	San Juan, Azoyú, Guerrero
Carlos David Herrera Nazario	San Juan, Azoyú, Guerrero
Ramon Rodriguez Serrano	San Juan, Azoyú, Guerrero
Antonio Guzman Nazario	Juchitán, Guerrero
Omar Onofre Cabello	Juchitán, Guerrero
Emilia Guzman Florentino	Juchitán, Guerrero

En representación de la Maestría en Producción de Bovinos en el Trópico y de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2 ubicada en Cuajinicuilapa, Guerrero participó el equipo liderado por el Dr. Paulino Sánchez Santillán, Coordinador de la MPBT, MVZ. Ulises Remo Cañaverl Martínez, MVZ. Marcelino Gómez Trinidad y MVZ. Antonio González Jesús, estudiantes de la MPBT. Se usó una mesa redonda donde se presentaron los participantes y los objetivos de las actividades a realizar (Figura 1), así como bienvenida e inicio de las actividades.

Elaboración de los suplementos

Bloques multinutricionales (BMN). Se explicó que es una mezcla de alimentos utilizados en la ganadería, a los que se añade un elemento solidificante que facilitara su manejo, racionalidad y limitación de consumo. Se esquematiza el proceso de elaboración (Tabla 8).

Tabla 8. Esquematización de la elaboración de bloques multinutricionales.

Proceso	Acción
Selección de los ingredientes.	Energía (25-65%), nitrógeno no proteico (5-10%), sales minerales (5-10%), fuente de proteína(15-35%), fibra de soporte (3-5%), cal (10%).
Molido y pesado de los ingredientes solidos	Todos los ingredientes deben tener la misma consistencia y la báscula estará calibrada.
Mezcla de melaza y urea	Disolver la urea mezclando perfectamente con la melaza, adicionando un poco de agua.
Mezcla de los ingredientes	La mezcla se realiza poco a poco (Figura 2)
Moldeado	Se colocan en un molde (cubeta), y se presionan. (Figura 3)
Secado	24 a 48 h

Todos los participantes se integran en la elaboración de BMN, se mencionan los beneficios, cuidados, usos, ventajas, desventajas, costos y alternativas.

Ensilados. Se explicó el proceso de conservación de forrajes y de algunos subproductos con alto contenido de azúcares y humedad, basándose en la fermentación y la ausencia de oxígeno, es una alternativa de alimentación de los rumiantes en época de estiaje.

Se inició con la explicación de la elaboración del ensilado de mango, el molido (Figura 4) fue con un molino mixto, sin criba, a velocidad media. El mango molido se recolectó en un recipiente de plástico. La mezcla del ensilado fue 86% de mango molido y 14% de heno molido. El proceso de compactación (Figura 5) puede ser en bolsa, tambo o pastel. Por último, se mencionaron los beneficios, cuidados, usos,

ventajas, desventajas y costos de los silos y su aprovechamiento en la alimentación bovina.

Retroalimentación de los resultados alcanzados

Se sensibilizaron, motivaron y desarrollaron capacidades de 13 productores, en la elaboración de suplementos nutricionales como es el BMN y el ensilado de mango (Figura 6) con insumos locales y que en otras condiciones terminan como residuo de cosecha.

Conclusión

La instancia educativa y la sociedad de productores coinciden en los beneficios del taller presente. Sin embargo, existen otras necesidades de capacitación, no sólo en el área de nutrición, sino también en las áreas de reproducción, genética y sanidad.

Recomendaciones e implicaciones

Los planes sectoriales, planes de gobierno y estrategias educativas deben desembocar sus esfuerzos en los sistemas de producción de los pequeños y medianos productores, que fomenten el uso residuos de cosechas, esquilmos agrícolas y productos locales, ya que estos esfuerzos fortalecerán la cohesión social.

Literatura citada

Ayantunde, A. A., J. de Leeuw, M. D. Turner, and M. Said. (2011). Challenges of assessing the sustainability of (agro)-pastoral systems. *Livest. Sci.* 139: 30-43.

Laurent, C., F. Maxime, A. Mazé, and M. Tichit. (2003). Multifunctionality of agriculture and farm models. *Economie Rurale* 273/274: 134-152.

Gibon, A. Managing grassland for production, the environment and the landscape (2005). Challenges at the farm and the landscape level. *Livest. Prod. Sci.* 96: 11-31.

Evidencias



Figura 1. Presentación de participantes.



Figura 2. Mezcla de los ingredientes de los BMN.



Figura 3. Moldeado de los BMN.



Figura 4. Molido del mango.



Figura 5 Compactación del ensilado de mango.



Figura 6. Retroalimentación final.

PRIMER ESTANCIA PROFESIONAL

Resumen

La presente estancia profesional ejecutó un diagnóstico de las unidades de producción pecuaria, que integra la asociación ganadera local (AGL) de San Pedro Orizaba para plantear alternativas de mejora. La AGL de San Pedro Orizaba, municipio de San Juan Bautista Lo de Soto en el Estado de Oaxaca, está integrada por 28 socios que en promedio cuentan con 31 ± 4 cabezas por unidad de producción. La duración de la intervención fue de 1.5 meses, ejecutando la metodología de innovación acción participativa (IAP), donde estuvieron involucrados directamente los socios, analizado sus problemáticas, priorizándolas en función a metas de corto, mediano y largo plazo; plantearon posibles alternativas de solución, a la realidad inmediata. La metodología se fortaleció con las herramientas, aplicación de una encuesta, recorridos de campo, y talleres de capacitación. La encuesta fue diseñada en los rubros necesidad de capacitación, superficie de la unidad de producción y edad de los productores, fin zootécnico de la unidad de producción, género y escolaridad, análisis económico, disponibilidad de agua, el manejo del calendario sanitario, manejo reproductivo, manejo en alimentación. De los productores entrevistados, 48% manifestaron su interés en la nutrición animal, 25% en reproducción, 15% en mejoramiento genético, 5% en sanidad y 5% en manejo. En este sentido, el plan de acción fue orientado a fortalecer el área de nutrición con las técnicas de elaboración de bloques multinutricionales (BMN), elaboración de concentrados y el manejo de los potreros.

Palabras clave: Estancia profesional, ganadería, innovación acción participativa, encuesta, recorridos de campo, talleres de capacitación.

Introducción

Mundialmente, existen 10,000 organizaciones de productores de ganado bovino (FAO, 2011). En México, es la Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas que agrupa a 800,000 ganaderos en todo el país, integrando a 2,000 asociaciones ganaderas locales, 44 Uniones Regionales Ganaderas y 26 organizaciones especializadas (CNOG, 2020).

En este sentido, hace más de 80 años, el gobierno del General Lázaro Cárdenas expidió el 7 de abril de 1936 la Ley de Asociaciones Ganaderas y dos años después, el reglamento respectivo. Este marco jurídico define 3 niveles de organización: local, regional y nacional. Por iniciativa de las Uniones Ganaderas se constituyó en 1936, la Confederación Nacional Ganadera (CNOG, 2020).

El objetivo principal de este gremio es la ejecución a la ley de asociaciones ganaderas desde el punto de vista económico, comercial, fiscal, técnico y de vinculación con los programas de gobierno. Sin embargo, cada asociación tiene sus propios retos y problemática. La asociación ganadera local (AGL) de San Pedro Orizaba está vinculada con la Unión Ganadera Regional de Pinotepa Nacional del Estado de Oaxaca.

La AGL de San Pedro Orizaba está integrada por 28 socios con una superficie por unidad de producción de 28.24 ± 13.195 Ha y la edad de los productores responsables de la unidad de producción oscilan en 62 ± 11.77 años. El fin zootécnico de las unidades de producción es el 57% producción de carne y 43% doble propósito. El manejo nutricional, 21 productores manifiestan que no suplementan y 7 si realizan esta actividad, de igual forma 17 realizan una rotación de potreros, siendo 11 los que no realizan esta actividad. Las razas son mezclas entre *Bos taurus* y *Bos indicus*. La venta del becerro es a nivel local y el destete lo realizan entre los 6 y 8 meses, cuando el animal llega a los 200 kg de peso vivo, aproximadamente. Los productores participan en los programas de las instancias federales y estatales de todos los rubros desde pasturas mejoradas, hasta sembrando vida.

Objetivos

General

Realizar un diagnóstico de las unidades de producción pecuaria, que integra la Asociación Ganadera Local de San Pedro Orizaba y plantear alternativas de mejora en manejo, nutrición, sanidad, reproducción con relación a cada problemática identificada.

Específicos

- Realizar recorridos de campo para identificar las condiciones mínimas que una explotación ganadera debe de tener para hacer rentable la actividad.
- Realizar talleres participativos para analizar sus condiciones limitantes en un sector de los socios.
- Realizar talleres a través de la innovación acción participativa, para mejorar la actividad ganadera.

Desarrollo de las actividades

Presentación y selección de participantes

El inicio de actividades fue el 1 de junio del 2020, donde se presentaron los objetivos de la estancia profesional, así como la retroalimentación de la Maestría en Producción de Bovinos en el Trópico que imparte la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2, ubicada en Cuajinicuilapa, Guerrero.

Se realizó una selección de los productores, los cuales se visitaron de forma recurrente durante la estancia (Tabla 9). Así mismo se elaboró, a través de la herramienta de innovación acción participativa un calendario de actividades y acciones específicas a realizar durante la estancia.

Tabla 9. Listado de productores pertenecientes a la Asociación Ganadera Local de San Pedro Orizaba a ser visitados durante la estancia profesional

Nombre	Nombre de la unidad de producción
Eloy Vargas Alberto	El Llano
Isabel J. Clavel Reyes	La Cumbre
Leonor Vargas Lorenzo	El Celoso
Victoriano Alarcón López	Los Bajos
Gildardo Vargas Clavel	El Pangola
Augusto Sergio Vargas Guzmán	El Encerrado

Innovación acción participativa (IAP)

Para el desarrollo de la estancia profesional en la comunidad de San Pedro Orizaba se utilizó la metodología de la IAP, la cual busca entender el mundo con objetivos de cambio social y hace hincapié en principios de investigación colectiva y experimentación basados en evidencia e historia social. Como en otros métodos de intervención social, la finalidad de la IAP es la acción social. Una acción con la participación de la gente y con el propósito de resolver los problemas a nivel local, en un contexto de correlación y aportación mutua.

Para este caso se realizaron talleres participativos, en donde fue muy importante la participación de los socios de la AGL de San Pedro Orizaba. Analizando con ellos las problemáticas presentes en el proceso productivo, así como también las posibles soluciones a corto, mediano y largo plazo. Priorizando según los alcances por el tiempo de acompañamiento y apropiación de las propuestas. Para el fortalecimiento de la metodología de IAP, se utilizó la herramienta de aplicación de encuesta a los 28 socios y en lo posterior, se realizaron recorridos de evaluación en campo. Tales herramientas se describen a continuación:

Diseño y aplicación del instrumento de evaluación

El instrumento utilizado fue la encuesta, con preguntas directas, donde se abordaban los siguientes rubros: necesidad de capacitación, superficie de la unidad de producción y edad de los productores, fin zootécnico de la unidad de producción, género y escolaridad, análisis económico, disponibilidad de agua, el manejo del calendario sanitario, manejo reproductivo, manejo en alimentación (Figuras 8 y 9).

Recorridos de campo

Durante el tiempo de intervención de la estancia profesional se visitaron las unidades de producción mencionadas en la Tabla 9, proporcionando una evaluación y recomendaciones necesarias en los rubros de nutrición (manejo de potreros, divisiones, ajuste de carga animal, suplementación, manejo de sombra y arboles con doble propósito), sanidad (prevención contra ectoparásitos y esquema de vacunación) (Figuras 10 y 11).

Resultados de la evaluación

De acuerdo con las necesidades detectadas (Figura 7), 48% de los productores manifestaron interés por nutrición animal, 25% por reproducción, 15% en mejoramiento genético, 5% para sanidad y 5% en manejo.

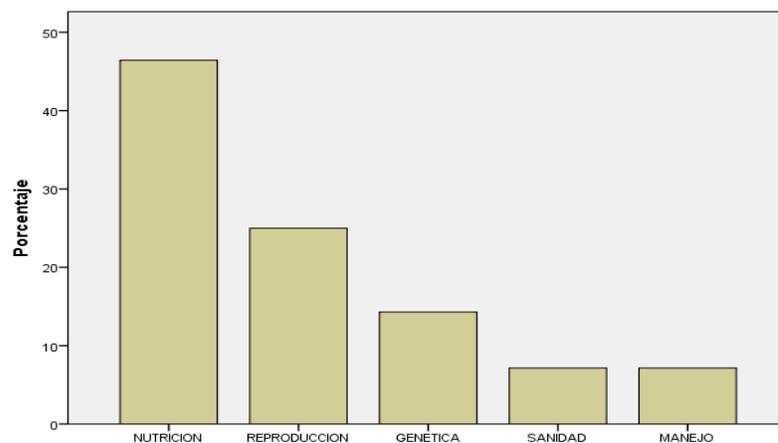


Figura 7. Resultados de la encuesta en la pregunta que área zootécnica necesita ser capacitado.

La segunda pregunta se relacionó a la acción de interés dentro nutrición animal, manifestando que la elaboración de bloques multinutricionales y concentrados presentaron 15 interesados de 28 productores encuestados. En la variable de superficie por unidad de producción el resultado fue de 28.24 ± 13.195 Ha y la edad promedio por productor refleja 62 ± 11.77 años. Dentro de la variable de fin zootécnico de la unidad de producción el 57% fue producción de carne y 43% producción de carne y leche.

Para la variable de escolaridad y género (Tabla 10), 17.9% estudios de secundaria de los cuales 4 fueron hombres y 1 fue mujer; 82.1% estudiaron primaria de los cuales 21 fueron hombres y 2 fueron mujeres.

Tabla 10. Resultado cruzado en las variables de género y escolaridad de los productores.

		Escolaridad			
		Secundaria	Primaria	Total	
Género	Masculino	Recuento	4	21	25
		% dentro de Género	16.0%	84.0%	100.0%
	Femenino	Recuento	1	2	3
		% dentro de Género	33.3%	66.7%	100.0%
Total		Recuento	5	23	28
		% dentro de Género	17.9%	82.1%	100.0%

En el análisis económico manifestaron 31 ± 4 cabezas de ganado por unidad de producción, con 15 ± 3 vientres por unidad de producción, de igual manera 94% manifiesta que venden a acopiadores e intermediarios y sólo 6% a otros productores. Para los rubros de agua 25 productores manifiestan que el agua les alcanza todo el año y también cuentan con pozo en los predios y sólo 3 de ellos manifiestan que no cuentan con pozos y por lo tanto no les alcanza el agua durante

el año. En el rubro del calendario sanitario, 20 productores no manejan un calendario y 8 si lo manejan; sin embargo, todos desparasitan, como acción para prevenir enfermedades.

En la variable de reproducción, 24 no manejan inseminación artificial y sólo 4 lo hacen. De igual manera, 15 productores manifiestan que si realizan selección y desecho de vientres y 13 no lo realizan. Para el manejo nutricional, 21 manifiestan que no suplementan y 7 si realizan esta actividad, de igual forma 17 realizan una rotación de potreros siendo 11 los que no realizan esta actividad. En este sentido, se diseñó y ejecutó un taller de elaboración de bloques multinutricionales, concentrados y alternativas de pastoreo orientado a sus necesidades.

Plan de acción

Se orientó a capacitar a los productores en tres fases: 1). Parte teórica de los talleres para fundamentar la importancia y procesos de los diferentes insumos que se pueden obtener en la comunidad; 2). Elementos prácticos que generaran confianza en los productores para pesar y mezclar los productos, así como los tiempos de mezcla y tiempos de reposo, puntualizando en todo momento de uso del alimento (Figura 12); y 3). Retroalimentación en los potreros sobre la importancia del descanso de los mismo, uso de sombras y arboles forrajeros con los que cuenta cada unidad de producción (Figura 13).

Conclusión

Los diagnósticos en las unidades de producción y la generación de planes de trabajo prioritariamente deben integrar 1) diagnósticos participativos; 2) identificación de las condiciones limitantes y variables restrictivas; y 3) las oportunidades de desarrollo de la comunidad. En este sentido, el diagnostico de La Asociación Ganadera Local de San Pedro Orizaba, identifica áreas de mejora en manejo, alimentación, sanidad, y reproducción, llevando a cabo una estrategia a corto plazo y mediano plazo, en la transferencia de tecnologías en el área de manejo y alimentación.

Recomendaciones e implicaciones

Las recomendaciones más importantes es mitigar la mortalidad en la época de estiaje mediante manejo del hato en los potreros y suplementación estratégica. Sin embargo, se ven procesos incompletos por falta de inversión y capacitación. Los productores completan su actividad económica con el cultivo de maíz y ajonjolí.

Una de las fortalezas de esta asociación es la participación de sus socios y la alta cohesión que esta genera. Por lo que los futuros procesos que se realicen con la asociación deben estar enfocados en la innovación acción participativa.

Literatura citada

Organización Mundial para la Agricultura y la Alimentación. FAO (2011). La ganadería en la seguridad alimentaria <http://www.fao.org/3/i2373s/i2373s00.pdf>.

Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas CNOG (2020). Datos históricos y estadísticos. <http://www.cnog.org.mx/index.php/servicios/organizacion-ganadera>

Evidencias



Figura 8. Talleres participativos.



Figura 9. Talleres participativos.



Figura 10. Recorridos de campo.



Figura 11. Recorridos de campo.



Figura 12. Taller transferencia de capacitación.



Figura 13. Recorridos de campo.

SEGUNDA ESTANCIA PROFESIONAL

Resumen

Ser eficiente en todos los procesos productivos y consiente de los recursos naturales, se logran, si se evalúan constantemente los procesos, insumos y acciones, para fines de nutrición animal (rumiantes). Las evaluaciones *in vivo*, *in vitro* e *in situ* determinan el valor biológico de cada alimento, generando su utilización más sustentable. Las evaluaciones *in vitro* e *in situ* son consideradas métodos rápidos, seguros, eficientes y económicos, teniendo una alta correlación con respuestas *in vivo*. El presente reporte de estancia profesional se realizó en las instalaciones de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2 de la Universidad Autónoma de Guerrero, dentro del plan de formación de la Maestría en Producción de Bovinos en el Trópico (MPBT). Su objetivo fue realizar la evaluación *in vitro* e *in situ* priorizando la planeación, ejecución y sistematización de los resultados, buscando en todo momento la socialización y retroalimentación de las técnicas.

Palabras clave: Nutrición animal, evaluación *in vitro*, evaluación *in situ*, valor biológico.

Introducción

Para 2050, habrá una población mundial de 9.7 millardos de habitantes, 25% más que en la actualidad (PA, 2020). Por lo anterior, la humanidad responderá a un nuevo paradigma, satisfacer las necesidades de alimentos de origen animal, eficiencia de los recursos naturales, bajo impacto sobre la biodiversidad, suelo-agua y la emisión de gases de efecto invernadero (CO₂, N₂O y CH₄) (FAO, 2020).

Gran parte de esta responsabilidad radicará en las investigaciones científicas enfocadas en nutrición bovina en los trópicos, será de mucha valía el análisis de la producción de carne y leche, cuantificando las cantidades de energía (EM) y proteína metabolizable (PM) digeridas por día. La degradación *in vitro* e *in situ* serán de suma importancia para tal fin.

Las pruebas *in vitro* e *in situ* fueron introducidas por Tilley y Terry (1963), modificadas por Goering y Van Soest (1966) usando el equipo Daisy Ankom Technology, en la actualidad son consideradas como los procedimientos más exactos para predecir digestibilidad en rumiantes.

Ambas pruebas hacen referencia a la cantidad de alimento que desaparece por su solubilización o colonización de los microorganismos anaerobios ruminales; son consideradas métodos rápidos, seguros, eficientes y económicos; teniendo una alta correlación con respuestas *in vivo*. Ambas pruebas son fundamentales para generar el valor biológico y uso en cada dieta.

En este sentido, el presente reporte de estancia profesional dentro del plan de formación en la Maestría en Producción de Bovinos en el Trópico (MPBT), profundizó en ambas pruebas (*in vitro* e *in situ*) priorizando la planeación, ejecución y sistematización de los resultados, fortaleciendo en todo momento el proyecto “Respuesta productiva de becerros alimentados con ensilado de mango de desecho”.

Objetivos

General

Realizar una estandarización de las pruebas *in vitro* e *in situ* complementarias al proyecto “Respuesta productiva de becerros alimentados con ensilado de mango de desecho”.

Específico

- Fortalecer el proyecto “Respuesta productiva de becerros alimentados con ensilado de mango de desecho” mediante la planeación y puesta en marcha de la prueba *in vitro*.
- Fortalecer el proyecto “Respuesta productiva de becerros alimentados con ensilado de mango de desecho” mediante la planeación y estandarización de la prueba *in situ*.

Desarrollo de las actividades

La estancia profesional número 2 se realizó del 20 de noviembre del 2020 al 20 de enero del 2021, ejecutadas en el Laboratorio de Nutrición Animal y la Posta Zootécnica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2 de la Universidad Autónoma de Guerrero.

Las actividades consistieron en la puesta en marcha de las evaluaciones *in vitro* e *in situ*. Así mismo, actividades complementarias en la evaluación de características de calidad de 80 silos en bolsa de 50 Kg, el cuidado, alimentación y mediciones de las variables productivas de 4 becerros dentro de la prueba *in vivo*, integrados en el tema de investigación antes mencionado, así como socializar la evaluación *in situ* con alumnos de la misma institución (Figura 14).

En la evaluación *in vitro* se contemplaron 30 días, se inició con la recolección de los ingredientes y elaboración de las dietas; mismas que se molieron, utilizando un

molino con criba de 0.5 mm realizando las evaluaciones bromatológicas. Las muestras se guardaron en bolsas tipo Ziploc identificadas (Figura 15).

Para el montaje de prueba, se utilizaron 140 biodigestores serológicos de 40 ml, cada uno contenía 0.5 g de la muestra (tratamientos a evaluar), 40 ml de medio de cultivo y 10 ml de inóculo (líquido ruminal fresco). Estos se incubaron durante 72 h a 39 °C. Se midió la producción de biogás a las 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 48 y 72 h, utilizando una jeringa de vidrio. La producción de gas metano se cuantificó a las 24, 48 y 72 h con, una trampa acuosa de hidróxido de sodio (NaOH; Figura 16).

En esta técnica se utilizaron mangueras Tygon ajustadas con agujas hipodérmicas en los extremos, uno de estos se une a vial trampa con solución 2N NaOH, la cual fue colocada en una probeta modificada y la otra sobre el biodigestor. Una vez pasadas las 72 h, se desmontó la prueba, se tomó la lectura de potencial de hidrogeno (pH) de 40 biodigestores seleccionados. Posteriormente, se realizó el filtrado del sedimento utilizando bolsas tipo ANKOM, con una bomba de vacío. Las bolsas se deshidrataron, se sellaron con calor y se realizaron lavados para calcular la degradación de la fibra detergente neutra (DFDN) y degradación de la fibra detergente acida (DFDA). Una vez terminado este proceso se sistematizaron los datos.

La evaluación *in situ* tuvo una duración de 30 días. La planeación contempló la recolección de las muestras, diseño estadístico de la prueba, pedido de las bolsas de poli seda de 10x20 cm, trampas metálicas de 1 metro de largo con eslabones de 1x2 cm ajustados con ganchos de seguridad, preparación de la dieta de adaptación y ejecución de esta (Figura 17).

Se utilizaron dos bovinos canulados, los cuales fueron alimentados por 15 días con una dieta que contenía 50% de alimento comercial becerro desarrollo (16% PC) y 50% de ensilado de mango (7.5% PC), 12 días contemplados como periodo de adaptación y 3 días de medición, iniciando las 72 horas finales a cumplir el periodo planeado. Se pesaron 5 g de la muestra (tratamientos a evaluar) y se agregó en las bolsas poli seda, selladas y aseguradas a las trampas metálicas con cinchos de

plástico de 10 cm con una resistencia de 10 kg. El primer bloque fue a las 72 h, continuando a las 48, 24, 12, 9, 6 y 3 h (Figura 18). Terminados los periodos, se retiraron todas las muestras, se lavaron y se secaron en una estufa a 60°C durante 72 h; terminado este tiempo se pasaron a un desecador con perlas de sílice y pesadas en una balanza analítica para calcular la cinética de la degradación de la MS, se recuperó el sedimento de cada muestra, se homogenizó y se determinó el con el contenido de PC, FDN, FDA, MO y Ce (Figura 19).

Actividades complementarias duraron 140 días, tiempo que fue contemplado como tiempo de la prueba *in vivo*. Se realizó el muestreo de 70 silos en bolsa de 50 kg cada uno. Se midió pH, materia seca, ácido láctico y producción de nitrógeno amoniacal (N- NH₃), con el propósito de monitorear la calidad de estos a diferentes tiempos de apertura. De igual manera, se realizaron actividades de preparación de alimento, alimentación y mediciones de las variables productivas de cuatro becerros durante el mismo espacio de tiempo.

Conclusión

La evaluación química de un ingrediente genera pocos argumentos reales sobre la respuesta productiva de los mismos en los animales. Las evaluaciones *in vivo*, *in vitro* e *in situ*, generan datos confiables sobre el comportamiento de estos ingredientes dentro de diferentes condiciones reales de manejo. Conocer los resultados de estas evaluaciones nos permite profundizar en la toma de decisiones para hacer eficiente el uso de estos.

Recomendaciones e implicaciones

Para llevar a cabo estas evaluaciones, es importante tener personal capacitado, equipo e instalaciones adecuadas y recursos económicos que garanticen su adecuada ejecución. En la actualidad, son necesarias las evaluaciones químicas, aunado a las evaluaciones *in vivo*, *in vitro* e *in situ* para determinar el valor biológico de cada alimento.

El objetivo del cuerpo académico y alumnos que laboran en el Laboratorio de Nutrición Animal de la FMVZ No. 2, UAGro. Es coadyuvar desde la generación de conocimiento científico con las pruebas *in vivo*, *in vitro* e *in situ* de nutrimentos más predominantes en la zona. Integrar los intereses de los productores, las universidades y las instancias gubernamentales para detonar la ganadería local, mediante el conocimiento y aplicación del valor biológico de cada nutriente.

Literatura citada

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera-Panorama Agroalimentario. (2020). *Panorama Agroalimentario, Datos de un Campo que Avanza sin Dejar a Nadie Atrás 2020*. <https://www.fira.gob.mx/InvYEvalEcon/EvaluacionIF>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (2020). Comité de Agricultura, Ganadería, utilización de los recursos naturales, cambio climático y medio ambiente. COAG/2020/INF 5. <http://www.foa.org>

Tilley., J, Terry., R., A. two-stage. technique. for. the. *In vitro*. digestion. of. forage. Crops (1963;). *J. Br. Grass. Soc.* 18:104-111.

Goering M, Van Soest PJ. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures. and. some. applications). Washington USA .(1979). *Agricultural.Handbook.* N°379 .

Evidencias



Figura 14. Socialización de las técnicas *in vitro* e *in situ*.

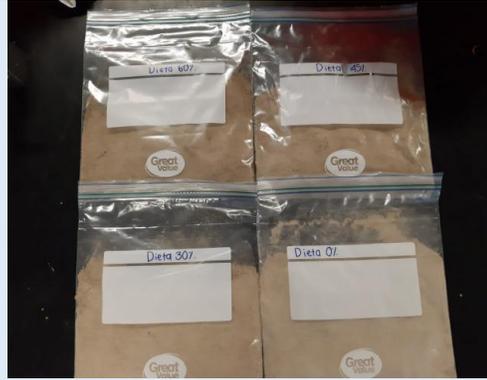


Figura 15. Identificación de las muestras



Figura 16. Recorridos de campo.

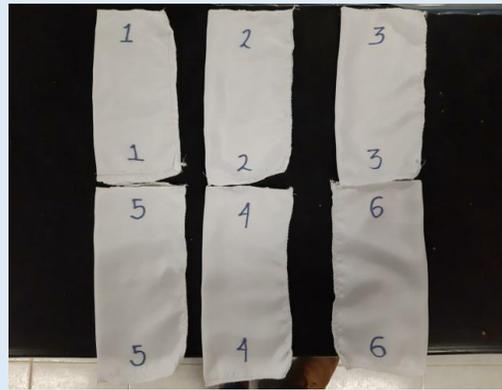


Figura 17. Identificación de las muestras.



Figura 18. Manejo de las trampas



Figura 19. Manejo de las muestras en laboratorio.

TERCERA ESTANCIA PROFESIONAL

Resumen

La presente estancia profesional se realizó en el “Rancho Y”, ubicado en el municipio de Cuajinicuilapa Guerrero. Atendida por el C. Abertano Urban Bracamontes. Su fin zootécnico es producción de doble propósito, cuenta con 100 becerros en engorda, los cuales ingresan de 140 a 180 kg PV y finalizan en los 300-350 kg PV. Su inventario contempla 100 hembras en producción y 4 sementales. De los cuales son 40 vacas en ordeña, con una producción promedio en leche de 6 ± 2 litros/vaca/día. La duración de la intervención se realizó en el tiempo comprendido de 1 de febrero de 2021 al 31 de marzo de 2021. Ejecutando la metodología participativa, se identificaron problemáticas en cada una de las áreas de producción y administración, de las cuales se priorizaron puntos de fortalecimiento inmediato, según el tiempo de intervención. Dado el análisis en conjunto de la unidad de producción, se acorazan las áreas de manejo del potrero, nutrición en becerros (análisis de eficiencia nutricional), atención a problemas clínicos, y de administración (organización y costos). La metodología comprendió el uso de herramientas tales como, los recorridos de campo, y talleres de capacitación. La unidad de producción manifiesta su interés en mejorar las condiciones de nutrición en becerros de engorda y vacas lactantes en un 90%. Sanidad y manejo del potrero valoraron en un 60% y en un 50% temas de organización y costos de producción. El plan de acción fue orientado a atender el área de nutrición, problemas clínicos al momento, administración organizacional y costos productivos.

Palabras clave: Estancia profesional, ganadería, diagnóstico participativo, recorridos de campo, talleres de capacitación.

Introducción

La ganadería extensiva es una de las actividades importantes en las zonas rurales, el carácter multifuncional de la ganadería es ampliamente reconocido y, además de las funciones productivas y económicas, deben ser consideradas otras relacionadas como la conservación del ambiente, seguridad alimentaria y desarrollo rural, generando cohesión entre estos factores (Gentry, 1982).

En México, la producción de ganado bovino se desarrolló en diferentes condiciones agroclimáticas, tecnológicas y de manejo. Por ejemplo, los sistemas de producción de carne que destacan son el intensivo en corrales de engorda que representa el 21.5% y el extensivo (engorda en praderas u agostaderos) que representan el 78.5%. En México, las zonas con clima tropical abarcan 27.7% del territorio y estas áreas tienen un papel importante en la producción de carne y leche (Basáñez *et al.*, 2008) ya que han cubierto el consumo per cápita de 16.7 kg durante el 2006. Sin embargo, las condiciones ambientales que prevalecen en estas zonas dificultan la producción animal (Vilaboa-Arroiz *et al.*, 2009).

La ganadería doble propósito se distribuye principalmente en las costas del Golfo de México y en el Pacífico. En la zona de Golfo que comprende los estados de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Quintana Roo y Yucatán, cuya superficie promedio es de 22.8 millones de ha y en la zona del Pacífico abarca Guerrero, Oaxaca y Chiapas (Vilaboa-Arroiz *et al.*, 2009).

Los genotipos que se constituyen primordialmente por cruces de *Bos taurus* y *Bos indicus* en diferentes proporciones; las razas presentes son Pardo Suizo, Holstein y Simmental, Gyr y Guserat, respectivamente, para mejorar la producción de leche y carne con un sistema extensivo en praderas y pastizales. El sistema contribuye 45% de la producción nacional de leche (Vilaboa-Arroiz *et al.*, 2009).

Objetivos

General

Realizar un diagnóstico de la unidad de producción pecuaria “Rancho Y”, para el fortalecimiento de las debilidades del proceso de producción mediante la transferencia de tecnología, orientada a su realidad y alcance.

Específico

- Realizar recorridos de campo para identificar las condiciones de instalación y manejo de la explotación ganadera.
- Realizar talleres participativos para analizar sus condiciones limitantes de la explotación.
- Realizar talleres de transferencia de tecnología enfocada en nutrición, manejo de potreros, sanidad animal y procesos administrativos, para fortalecer la explotación del rancho.

Desarrollo de las actividades

Presentación

Las actividades se iniciaron el 1 de febrero de 2021, donde se presentaron los objetivos de la estancia profesional, así como la retroalimentación de la Maestría en Producción de Bovinos en el Trópico que imparte la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia N° 2 ubicada en Cuajinicuilapa, Guerrero.

Se realizó un recorrido de reconocimiento, valoración y ubicación en las instalaciones del rancho, al final del recorrido se elaboró, a través de la herramienta de taller participativo un calendario de actividades y acciones específicas a realizar durante la estancia (Figura 20).

Desarrollo de talleres participativos

Para el desarrollo de la estancia profesional en el “Rancho Y” se utilizó la investigación colectiva y experimentación basados en evidencia e historia de manejo y administración del rancho.

Para el desarrollo de los talleres fue muy importante la participación activa de los involucrados en la operación de la unidad de producción. Ya que, por ser la fuente primera de información, se analizaron las problemáticas presentes en el proceso productivo, así como también las posibles soluciones a corto plazo. Priorizando el tiempo de acompañamiento, materias primas y mejoras en el desarrollo de capacidades de los involucrados.

Recorridos de campo

En la intervención de la estancia profesional se realizaban dos vistas por semana a la unidad de producción, donde se proporcionó una evaluación teórica- práctica, con recomendaciones necesarias para dar seguimiento en las áreas de: nutrición, manejo de potreros (divisiones, ajuste de carga animal, suplementación, manejo de sombra y arboles con doble propósito) (Figura 21) y sanidad (prevención contra ectoparásitos, esquema de vacunación y soluciones de casos clínicos presentados en la estancia).

Resultados de la intervención

Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) del “Rancho la Y”. Es una herramienta que idéntica la situación y condición actual del “Rancho la Y”, permitiendo tener un diagnóstico preciso (Tabla 11) que permita tomar decisiones, acorde las necesidades y objetivos planteados en la estancia profesional.

Tabla 11. Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas FODA del “Rancho la Y”

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
Conocimiento tradicional en el manejo de bovinos	Profundización en los esquemas de integración en la economía regional y nacional	Baja productividad en la productividad primaria carne y leche	Alto coyotaje y acaparamiento de becerro en comercio informal
Disponibilidad de infraestructura	Posibilidad de promover un plan ganadero a nivel nacional para aumentar la producción con buenos precios sin incrementarlos al consumidor, con mayor eficiencia de la cadena	Insuficiente infraestructura y logística de producción (rutas de venta y controles sanitarios)	Bajo financiamiento oficial
Mano de obra disponible	Generación de información, transferencia y capacitación de las unidades de producción y del personal que atiende el rancho en producción primaria	Baja cohesión de los operantes del rancho	Elevados costos de servicio en desarrollo de capacidades
Existencia de apropiación de técnicas para aumento de la productividad		Insuficiente capacitación en los proceso de producción de carne y leche	Monopolización del centros de acopios por coyotes
Extenso territorio para la producción de forraje		Altos problemas sanitarios	Insuficientes controles higiénicos e impositivos.
Costos de producción por debajo de las ventas	Apertura a la organización y acceso a nuevos mercados	Falta de iniciativas integrales para el crecimiento de la proyección productiva	Falta de una políticas ganaderas actuales que contribuyan en el crecimiento del pequeño ganadero, para la conformación de sociedades de producción
Apertura a apropiación de nuevas tecnologías		Atraso en el sistema interno de comercialización	
Empatía con vecinos ganaderos para la búsqueda de mercado estable		Dificultad para satisfacer la demanda del mercado externo	

La unidad de producción manifiesta su interés en mejorar las condiciones de nutrición en becerros de engorda y vacas lactantes en un 90%. En sanidad y manejo del potrero valoraron en un 60% y en un 50% temas de organización y costos de producción, plasmándose las acciones estratégicas a realizar en la estancia profesional (Tabla 12).

Tabla 12. Acciones estratégicas dentro de la unidad de producción Rancho la Y

TALLERES Y ACTIVIDADES	FEBRERO				MARZO			
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
	Presentación de objetivos y forma de trabajo en la estancia profesional							
Recorrido de campo para reconocimiento de la unidad de producción.								
Taller participativo de diagnóstico para análisis de la situación real de la unidad de producción								
Recorrido de campo para confirmar la veracidad de la información del taller (Figura 23).								
Taller participativo, teórico práctico de nutrición (deficiencias nutricionales y elaboración de dietas)								
Visita de seguimiento al taller de nutrición								
Taller práctico de diagnósticos clínicos de casos sanitarios de mastitis.(Figura 23).								
Taller teórico practico del manejo del potrero (Cálculos de carga animal e índices de agostaderos (Figura 24).								
Taller teórico práctico de registros de costos de producción y de organización social (Figura 25)								

Conclusión

En el análisis FODA realizado a la unidad de producción del “Rancho la Y”, si bien cuenta con muchas fortalezas internas que pueden ser un gran detonante de impulso en el crecimiento y acceso a otros mercados, se tiene que fortalecer las debilidades externas observadas en el proceso de producción, tal es el caso de abaratar los costos de alimentación, registros de costos de producción eficientes y el desarrollo de capacidades en reducción de riesgo sanitarios en el hato. Fortalecer

el esquema de organización colectiva para hacer contra peso fuerte al coyotaje presente en la zona.

El "Rancho la Y", se encuentra inmerso dentro de dinámica económica del municipio de Cuajinicuilapa y tiene como reto fortalecer el esquema de producción de carne y leche.

Recomendaciones e implicaciones

Se tiene que buscar el desarrollo de capacidades, para el fortalecimiento de las actividades primarias en la producción de carne y leche en la región, implementando un plan de acción, orientado a atender el área de nutrición animal, problemas sanitarios, además de fortalecer la empatía, la cohesión y los esquemas de organización, entre productores para mejorar el acceso a mercados directos y eliminar el intermediarismo con la finalidad de tener mejores precios en la comercialización de productos de origen animal..

Literatura citada

Basáñez, A. J., Alanís, J. L., & Badillo, E. (2008). Composición florística y estructura arbórea de la selva mediana subperennifolia del ejido "El Remolino", Papantla, Veracruz. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 12(2), 3-22.

Gentry, A. H. (1982). Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean orogeny. *Annals of the Missouri Botanical garden*, 69(3), 557-593.

Vilaboa-Arroniz, J., Díaz-Rivera, P., Ruiz-Rosado, O., Platas-Rosado, D. E., González-Muñoz, S., & Juárez-Lagunes, F. (2009). Caracterización socioeconómica y tecnológica de los agroecosistemas con bovinos de doble propósito de la región del Papaloapan, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(1), 53-62.

Evidencias



Figura 20. Recorridos de campo.



Figura 21. Porcentaje de sombra.



Figura 22. Taller participativo



Figura 23. Taller práctico manejo de sanitario.



Figura 24. Taller práctico sobre manejo de potreros y fuentes de agua



Figura 25. Taller práctico sobre costos de producción y organización