TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLOGICO VALLE DEL GUADIANA

“EFECTO DE LA NARINGINA SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA, PARÁMETROS DE FERMENTACIÓN, Y POBLACIÓN MICROBIANA RUMINAL IN VITRO EN DIETAS PARA BOVINOS EN CRECIMIENTO”

T E S I S

Como requisito para obtener el Título de:
Ing. Agrónomo Zootecnista

Presenta:
Tomás de Jesús Chaidez Alarcón

Villa Montemorelos, Dgo. abril del 2025

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL VALLE DEL GUADIANA

“EFECTO DE LA NARINGINA SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA, PARÁMETROS DE FERMENTACIÓN, Y POBLACIÓN MICROBIANA RUMINAL IN VITRO EN DIETAS PARA BOVINOS EN CRECIMIENTO”

TESIS

Presenta:
Tomás de Jesús Chaidez Alarcón
Carrera:
Ingeniería en Agronomía

M.C. Oscar Gilberto Alaniz Villanueva
Director de Tesis

Dra. Esperanza Herrera Torres
Asesor

Dr. Manuel Ismael Mata Escobedo
Asesor

Villa Montemorelos, Dgo. Abril del 2025

Villa Montemorelos, Dgo. 11/marzo/2024

DICTAMEN

C. TOMAS DE JESUS CHAIDEZ ALARCON
P R E S E N T E:

Por este conducto me permito informar a Usted, que su solicitud por la opción a Titulación No. **TITULACIÓN INTEGRAL "TESIS PROFESIONAL"**, con el tema **"EFECTO DE LA NARINGINA SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA, PARÁMETROS DE FERMENTACIÓN, Y POBLACIÓN MICROBIANA RUMINAL IN VITRO EN DIETAS PARA BOVINOS EN CRECIMIENTO"**, ha sido Autorizado por el Departamento Académico asignándole a los siguientes Asesores y Revisores.

Director de Tesis: M.C. OSCAR GILBERTO ALANIZ VILLANUEVA

Revisor: Dra. ESPERANZA HERRERA TORRES

Revisor: Dr. MANUEL ISMAEL MATA ESCOBEDO

Jurado: M.C. DARIO CISNEROS ARREOLA

Por lo que deberá ponerse en contacto con sus Asesores y para lo cual tendrá a partir de la fecha de la presente, un año para terminar su Trabajo.

A T E N T A M E N T E
"Educación, ciencia y valores"

EDUCACIÓN | TECNM
INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL VALLE DEL GUADIANA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

AGAR ARONA ZAYAS
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

c.c.p. Archivo
c.c.p. Egresado



Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana
Departamento de Ingenierías

Villa Montemorelos, Dgo, 03/abril/2025
Oficio No. DI /244/2025
ASUNTO: Liberación de proyecto para titulación integral

AGAR AROÑA ZAYAS
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

Nombre del estudiante y/o egresado:	TOMÁS DE JESÚS CHAIDEZ ALARCÓN
Carrera:	Ingeniería en Agronomía
No. de control:	17790027
Nombre del proyecto:	"EFECTO DE DIFERENTES ADITIVOS EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE"
Producto:	TESIS PROFESIONAL

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ESPERANZA HERRERA TORRES Nombre y firma del asesor	OSCAR GILBERTO ALANIZ VILLANUEVA Nombre y firma del revisor	MANUEL ISMAEL MATA ESCOBEDO Nombre y firma del revisor

ATENTAMENTE
"Educación, ciencia y valores"

EDUCACIÓN | TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL VALLE DEL GUADIANA
DEPTO. DE INGENIERÍAS

ELMA LIZETH RODRIGUEZ PLASCENCIA
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS

ccp. Archivo



2025 Año de La Mujer Indígena

Educación
Secretaría de Educación Pública

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana
Oficina de Difusión y Comunicación

Villa Montemorelos, Dgo. 03 de Abril de 2025

Dependencia:	**Subd. Académica**
Sección:	**División de Estudios Profesionales**
No. De Oficio:	**DEP-2025/068**

ASUNTO: **Autorización de Impresión del Trabajo Profesional**

C. TOMAS DE JESUS CHAIDEZ ALARCON
No. de Control 17790027
P r e s e n t e

Con base en el Reglamento en vigor y teniendo en cuenta el dictamen aprobatorio emitido por el jurado que le fue asignado para la revisión de su Trabajo Profesional para Titulación, esta Jefatura autoriza a usted la impresión del mismo, cuyo título es: "EFECTO DE LA NARINGINA SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA, PARÁMETROS DE FERMENTACIÓN, Y POBLACIÓN MICROBIANA RUMINAL IN VITRO EN DIETAS PARA BOVINOS EN CRECIMIENTO"

TITULACIÓN INTEGRAL "TESIS PROFESIONAL"

Así mismo se le notifica que dispone de 3 meses a partir de la fecha de la presente autorización, para sustentar el examen profesional, en caso de incumplimiento, la opción de titulación será cancelada.

A T E N T A M E N T E
Excelencia en Educación Tecnológica
"Educación, ciencia y valores®

EDUCACIÓN | TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL VALLE DEL GUADIANA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS

AGAR AROÑA ZAYAS.
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

c.c.p. Archivo
c.c.p. Egresado

AGRADECIMIENTOS

A mi familia y amigos por apoyarme todo este tiempo y motivarme cada día a lograr mis metas y así poder concluir mis estudios.

A mis asesores por su ayuda y tiempo compartido, por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional y por qué compartieron sus conocimientos y el apoyo incondicional en este proyecto para poder llegar a la culminación del mismo.

Al instituto tecnológico valle del Guadiana y sus docentes por el apoyo educacional que me brindaron en estos cuatro años y medio.

A la facultad de medicina veterinaria y zootecnia por permitirnos desarrollar este proyecto dentro de sus instalaciones y darnos las herramientas necesarias para concluirlo.

DEDICATORIA

A mi familia que fueron parte importante de este proceso, por inculcarme los valores que hasta ahora conservo y me han ayudado a seguir adelante y a llegar hasta este punto en que culminan mis estudios.

Al ITVG que en conjunto con sus docentes y administrativos contribuyeron en gran parte a cumplir una más de mis metas, gracias por compartirme sus conocimientos ya que gracias a ellos he crecido tanto personal como profesionalmente.

RESUMEN

En el estado de Durango los ganaderos trabajan con un sistema extensivo, la época de estiaje afecta considerablemente a dichos productores, por lo cual se busca mantener el peso del ganado con aditivos que proporcionen la calidad nutritiva que el animal requiere, por tanto se ha realizado el presente proyecto, el cual se llevó a cabo dentro de la “Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia” (Durango - Mezquital Km 11.5, 34307), específicamente en el área de laboratorio, en donde se realizaron los análisis correspondientes y a partir de esto se analizaron los diferentes aditivos que fueron requeridos para después comenzar con la elaboración de la dieta. Una vez analizada la dieta, en el periodo julio-noviembre se llevó su aplicación en el rancho el Buen Pastor, donde está situada la engorda de bovinos, ubicado en el poblado 28 de septiembre, praxedis guerrero, a 30.79 km hacia el W, a localidad se encuentra a una mediana altura de 1880 metros sobre el nivel del mar. Al final de la aplicación y comparación de la dieta se obtuvo el valor nutritivo de los componentes, la aceptación que se tuvo con cada uno de los animales, dichos resultados podrán ayudar a los productores de la región a que busquen alternativas de suplementación con aditivos en épocas donde no es muy abundante el forraje.

ABSTRACT

In the state of Durango, cattle ranchers work with an extensive system, the low water season affects these producers considerably, so they seek to maintain the weight of the cattle with additives that provide the nutritional quality that the animal requires, therefore the present project has been carried out, which was carried out within the "Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia" (Durango - Mezquital Km 11. 5, 34307), specifically in the laboratory area, where the corresponding analyses were carried out and from this the different additives that were required were analyzed to later begin with the elaboration of the diet. Once the diet was analyzed, in the July-November period, its application was carried out at the Buen Pastor ranch, where the cattle fattening area is located in the town of 28 de septiembre, Praxedis Guerrero, 30.79 km to the W, at a medium altitude of 1880 meters above sea level. At the end of the application and comparison of the diet, the nutritional value of the components and the acceptance of each of the animals were obtained. These results could help producers in the region to look for supplementation alternatives with additives in times when forage is not very abundant.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS vi
DEDICATORIA vii
RESUMEN viii
ABSTRACT ix
1. INTRODUCCIÓN 1
2. OBJETIVOS 3
2.1 Objetivo general 3
2.2 Objetivos Específicos 3
3. MARCO TEÓRICO 4
3.1 El metano como gas de efecto invernadero 4
3.2 Cuantificación del metano 5
3.3 Metanogénesis en rumiantes 5
3.4 Control de la metanogenesis ruminal 6
3.5 Generalidades del ambiente ruminal 7
3.6 Situación de la alimentación animal 7
3.7 Manipulación alimentaria de la dieta 8
3.8 Calidad del forraje 9
3.9 Aditivos 10
3.10 Naringina como solución para la disminución de gas metano 10
4. MATERIALES Y MÉTODOS 12
4.1 Dietas experimentales 12
4.2 Análisis de composición química 13
4.2.7 Digestibilidad in vitro de la materia seca 13
4.2.8 Producción de gas *in vitro* 13
4.2.9 Metano y CO2 14
5. RESULTADOS 16
6. CONCLUSIONES 20
7. RECOMENDACIONES 21
8. LITERATURA CITADA 22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición de las dietas experimentales (%) 12

Tabla 2. Composición química de las dietas experimentales fase de iniciación..... 16

Tabla 3. Concentración de metano in vitro y de las dietas experimentales fase de iniciación 17

Tabla 4. Composición química de las dietas experimentales fase de finalización..... 18

Tabla 5. Concentración de metano in vitro y de las dietas experimentales fase de finalización 19

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura y la producción pecuaria contribuyen ampliamente a las emisiones de metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) y óxido nitroso (N_2O) que por ende afectan significativamente a la atmósfera. El aumento de las concentraciones de estos gases provoca un calentamiento de la superficie terrestre y la destrucción de la capa de ozono en la estratosfera; los rumiantes resultan ser grandes contribuyentes a estos daños debido a la liberación de altas cantidades de gases a la atmósfera, entre ellos, el gas carbónico y el metano. El metano producido se genera principalmente por los procesos fermentativos del alimento que ingresa al rumen (Carmona, 2005).

La producción de metano en el rumen es un proceso ineficaz que resulta en pérdidas de entre 2-12 % de la energía bruta que es consumida por el rumiante. Este proceso, además de las consecuencias para el animal, ocaciona daños al ambiente. Aparentemente se estima que los microorganismos del rumen producen de 300 a 600 litros de metano por animal al año en el ganado adulto, lo que representa aproximadamente 80 000 000 toneladas al año

Este gas es uno de los que más contribuye al efecto invernadero y es responsable de 18 % de la contaminación. Los rumiantes emiten el metano a la atmósfera mediante el eructo y la cantidad liberada depende del volumen de alimentos consumidos (Sosa, 2007).

Este gas de efecto invernadero debe ser tomado muy en cuenta, esto no solo debido a que es 20 veces más poderoso que el dióxido de carbono, sino también porque afecta la eficiencia productiva del animal, ya que si el 6% del consumo de energía bruta, que se pierde en la generación de metano, pudiera ser canalizado en el aumento de peso o la producción de leche, la eficiencia de la producción podría ser mejor (Zalzano, 2014).

Entre las estrategias para mitigar las emisiones de CH_4 se ha propuesto: reducir el número de animales rumiantes, aumentar el número de animales no rumiantes, manipulación genética de los microorganismos ruminales metanogénicos, desarrollo de razas menos metanogénicas y manipulación dietética-nutricional; esta última parece ser la de mayor potencial en términos de simplicidad y factibilidad (Bonilla-Cárdenas, 2011).

Hipótesis

La adición de la naringina a la dieta de los animales contribuirá a la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la naringina en las emisiones de gases efecto invernadero de dietas para bovinos.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar la composición química de las dietas experimentales.
- Estimar la digestibilidad in vitro de las dietas experimentales.
- Obtener los parámetros de producción de gas in vitro de la dieta experimental con aditivo y sin aditivo.
- Obtener la concentración de metano y dióxido de carbono in vitro de las distintas dietas experimentales.
- Cuantificar la microbiota ruminal in vitro de las diferentes dietas

3. MARCO TEÓRICO

3.1 El metano como gas de efecto invernadero

El metano (CH4) es un hidrocarburo, componente principal del gas natural. Es también un “gas de efecto invernadero”, lo que significa que su presencia en la atmósfera afecta la temperatura y el sistema climatológico de la Tierra. Como resultado, los esfuerzos por reducir las emisiones de metano pueden rendir beneficios ambientales, económicos y de energía (Markets, 2008).

El metano (CH4) es un producto final de la fermentación que sufren los alimentos en el rumen, que en términos de energía constituye una pérdida y en términos ambientales contribuye al calentamiento y al cambio climático global. La investigación en nutrición animal se ha enfocado en su mayor parte a encontrar métodos para reducir las emisiones de CH4 debido a la eficiencia energética que ocurre en el rumen, y no por el rol del CH4 en el calentamiento global. Sin embargo, recientemente se ha prestado más atención a su contribución potencial al cambio climático (Jiménez-Santiago, 2019).

La agricultura y la producción pecuaria contribuyen ampliamente a las emisiones antropogénicas de CH4, CO2 y N2O a la atmosfera. Por estos motivos se están encaminando esfuerzos a reducir las emisiones y prevenir el calentamiento global, y proteger así el sistema climático natural del planeta, y se considera que los sistemas de producción animal sostenibles deben propender por una menor producción de CH4 (Flores, 2012).

3.2 Cuantificación del metano

La cuantificación del metano permite estudiar el impacto de dichos factores en la metanogénesis producida por microorganismos en rumiantes. Existen dos formas de abordar la producción de metano; mediante el aislamiento de microorganismos anaeróbicos presentes en el rumen o con el intercambio gaseoso del rumiante. El primero presenta la ventaja de que no es invasivo, pero tiene la desventaja de que representa una muestra del total del metano producido: mientras el segundo método mencionado mide directamente el metano liberado, pero depende estrictamente del comportamiento del rumiante y le puede generar un estrés adicional que sesgue los resultados (Bonilla, 2020).

3.3 Metanogénesis en rumiantes

La metanogénesis ruminal consiste en reacciones que sintetizan metano a partir de moléculas orgánicas y son realizadas por arqueas metanogénicas en el rumen. La metanogénesis microbiana en animales rumiantes trae consigo grandes

repercusiones tanto en el metabolismo y productividad comercial de los mismos como en la estabilidad del medio ambiente en general (Galindo, *et al.,*2007)

La metanogénesis representa una pérdida de entre un 2% (granos, concentrados) al 12% (forrajes de mala calidad) de la ingesta energética bruta (IEG). Por lo tanto, la investigación científica se ha intensificado para encontrar compuestos antimicrobianos naturales que puedan utilizarse como aditivos alimentarios sin efectos adversos en los patrones de fermentación ruminal, no son tóxicos al animal, son económicamente viables para mitigar la producción de CH4 y pueden mantener o aumentar la productividad del ganado (Ocampo, 2021).

3.4 Control de la metanogenesis ruminal

Durante los últimos 30 años, se han considerado varias estrategias para la inhibición de la metanogénesis. Dentro de las más utilizadas están los ya antes mencionados: incrementos del consumo animal, modificación en la composición de la dieta, eliminación de los protozoos y mejora de la eficiencia de digestión de la fibra. Numerosos agentes químicos también son capaces de inhibir la producción de metano y se han probado como aditivos alimenticios potenciales para rumiantes. Estos incluyen análogos halogenados de metano, antibióticos ionóforos, ácidos grasos insaturados, ácido fumárico y otros compuestos que tienen efectos directos o indirectos en la metanogénesis ruminal (Sosa, 2005).

3.5 Generalidades del ambiente ruminal

Los rumiantes se consideran un grupo realmente exitoso de fermentadores debido a que poseen un órgano digestivo especial: el rumen. El rumen puede considerarse como un fermentador abierto, en el cual el alimento sufre una transformación a nutrientes que son utilizados por el animal. Para lograr el establecimiento y la actividad eficiente de microorganismos anaerobios, el rumen debe de proporcionar un hábitat con características fisicoquímicas que permitan el crecimiento y la actividad de las bacterias, arqueas, protozoarios y hongos que en su mayoría son anaeróbicos estrictos. Cabe señalar que las características fisicoquímicas del rumen pueden variar bajo condiciones de manejo y alimentación (Crosby, 2018).

3.6 Situación de la alimentación animal

Durante la época de sequía propia de la región, la escasez de forrajes se caracteriza por el alto contenido de fibra y bajo contenido de nitrógeno y minerales, lo que se trae como consecuencia la disminución del consumo y la digestibilidad de estos forrajes. Para corregir esta situación, se pretende llenar los requerimientos nutricionales de los rumiantes mediante el ofrecimiento de subproductos animales o vegetales en su forma general (melaza, urea, salvados, cascarilla etc.). Una alternativa es un suplemento presentado en forma de bloque y compuesto por NNP (urea), carbohidratos solubles, minerales y estimulantes de la multiplicación de los microrganismos rumiantes como los péptidos, que permite satisfacer para la

digestión fermentativa de la fibra y una mayor producción de proteína bacteriana aprovechable por el animal (Kawas, 2008).

3.7 Manipulación alimentaria de la dieta

Existe una relación directamente proporcional entre el nivel del consumo de materia seca y la producción de metano. Sin embargo, el rendimiento de metano por unidad de consumo se reduce y la alimentación en abundancia resulta en una mayor productividad animal. A mayor consumo, menor tiempo de retención de la ingesta, por lo que la actividad celulolítica decrece y genera una menor tasa de digestión de fibra (el componente más metanogénico del alimento). Además, se favorece la fermentación productora de ácido propiónico en vez de ácido acético. Por otro lado, las dietas altas en concentrados (sobre todo aquellas con deficiencias en fibra) producen una disminución del pH ruminal, al cual los organismos metanogénicos son muy sensibles, de esta forma, la composición nutricional de la dieta también influye de forma importante en la producción de metano. La presencia de fibra insoluble en las paredes celulares, presente en el forraje, favorece una mayor relación de acetato: propionato y una mayor producción de metano. Por otro lado, la fermentación de carbohidratos solubles produce menor producción de metano (Ungerfeld, 2018).

La manipulación nutricional para suprimir la metanogénesis incluye uso de forrajes de alta calidad, alta proporción de granos en la dieta, uso de aditivos (compuestos químicos, ácidos orgánicos, ionóforos, probióticos), dietas ricas en

ácidos grasos insaturados, adición de acetógenos, de bacteriocinasas, de virus y de extractos vegetales (aceites esenciales), modificación de las prácticas de alimentación y suplementación a dietas basadas en pajas. Estas prácticas de alimentación reducen las emisiones de CH4 por la modificación de la fermentación ruminal, inhibiendo directamente los metanogénicos y protozoarios, o desviando los iones hidrógeno de los metanogénicos. El objetivo de esta revisión es compilar y difundir información sobre la emisión de CH4 por los rumiantes, sus posibles efectos en el calentamiento y en el cambio climático global, así como las alternativas existentes para su mitigación (Cárdenas, 2011).

3.8 Calidad del forraje

La planta, o más bien, la mezcla de plantas que crecen en un campo o un ecosistema, determinan la calidad del forraje, dependiendo de las condiciones de cultivo y cosecha. Aunque algunos aspectos de la calidad pueden ser modificados después de la cosecha, las especies de plantas, la etapa de crecimiento y la condición en la cosecha generalmente dictan la calidad del forraje (Hinestroza, 2004).

En la calidad de los forrajes y en la concentración de los nutrientes, influyen notablemente diversos factores ecológicos relacionados entre sí. El grado de receptividad o tolerancia para ciertos factores que afectan al crecimiento, puede determinar la supervivencia de unas especies y la eliminación de otras (Swift, 1970).

La proporción de leguminosas y gramíneas y las especies presentes, tienen un efecto notable sobre la calidad del forraje. La mezcla de hierbas no deseables, reduce la proporción de las especies útiles y reduce el valor nutritivo. Los forrajes nutritivos contienen una proporción máxima de hojas en relación a la de tallos. Una elevada producción de nutrientes digestibles se obtiene con forrajes que tienen una gran proporción de hojas durante el período más largo (Motta, 1952).

3.9 Aditivos

Durante décadas se han utilizado los aditivos en la producción animal por los efectos benéficos que producen en indicadores fisiológicos, productivos y de salud. De esta forma, se logran disminuir los costos e incrementar la eficiencia en los sistemas productivos. Estos aditivos, antibióticos y/o productos como promotores del crecimiento animal se convirtieron en una práctica común después de su descubrimiento en los años cuarenta. (Garcia & Yanelys Curbelo , 2015).

3.10 Naringina como solución para la disminución de gas metano

Actualmente en el mercado existen disponibles varios extractos de plantas con alto contenido de flavonoides, pero son pocos los estudios relacionados con la reducción de CH4. Estos compuestos podrían no solo participar en la mitigación de CH4, sino que pueden tener un efecto benéfico en la salud de los animales, mejorando la digestibilidad, la eficiencia alimenticia, reducción en la degradación de proteína a nivel ruminal, balance de la flora ruminal, reducción de acidosis y control de microorganismos patógenos (Ocampo, 2021).

Este flavonoide (flavanona glicosilada) se extrae de la cáscara de algunos citrus (Citrus paradisi, Citrus aurantium) y es el principal responsable de su sabor amargo. Está presente también en la pulpa de los frutos, en hojas, flores y semillas de la planta. Algunos estudios sugieren que la biosíntesis de naringina, como la de otras flavanonas, está influenciada por factores ambientales y genéticos, determinando variaciones en los niveles de concentración de estos compuestos, estimando entre 15 a 18 g por kg de cáscara fresca de pomelo como valor frecuente de concentración. Además, la cantidad en cáscara varía de mayor a menor en frutos inmaduros y maduros respectivamente (Mishima, 2000).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Dietas experimentales

Los ingredientes de las dietas fueron secados a 55ºC y molidos a un tamaño de malla de 1 mm en un molino Willey. La composición química de las dietas se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición de las dietas experimentales (%)

Ingrediente	Fase iniciación	Fase finalización
Maíz	20	40
Galleta	5	10
Sorgo	50	20
Granos de maíz secos destilería	20	20
Melaza	5	5
Bicarbonato de sodio	0	5
Naringina	0	5

4.2 Análisis de composición química

A las dietas experimentales se les determinó el contenido de materia seca, proteína cruda, extracto etéreo y cenizas de acuerdo a los procedimientos de la (AOAC, 1994). La concentración de fibra detergente neutra y fibra detergente ácida por el método propuesto por (Van Soest, 1994).

4.2.7 Digestibilidad in vitro de la materia seca

La digestibilidad total in vitro de la materia orgánica utilizando la técnica descrita por ANKOM Technology, 2008. En cada frasco de vidrio, se colocaron en bolsas de papel filtro 2 muestras de (0.5g) por cada una de las muestras experimentales; enseguida se les añadió una mezcla formada a partir de solución buffer y de líquido ruminal (120 mL) mismo que se obtuvo de un bovino fistulado del rumen alimentado con heno de alfalfa. Una vez realizado lo anterior, los frascos de vidrio se colocaron en una cámara de incubación en el incubador Daisy II de la marca ANKOM, Technology a temperatura constante (39º C) con agitación y adicionando CO_2 durante 48 horas.

4.2.8 Producción de gas *in vitro*

Este método es utilizado para determinar la cantidad de gas producido mediante la incubación de alimentos para rumiantes en un periodo de incubación de 96 h. El inóculo se preparó a partir del líquido ruminal de un bovino adulto macho fistulado de raza Brangus.

Se pesó aproximadamente 500 mg de materia seca de cada una de las muestras a analizar por triplicado y se colocó dentro de las jeringas de vidrio de 100 ml ya calibradas. Se agregaron dos muestras más en este caso dos blancos (saliva artificial + solución reductora + inoculo) y dos muestras de control (alfalfa) para corregir y evitar posibles variaciones entre las series. Los cuales se colocaron uno de cada uno al principio y al final de cada serie de jeringas.

El embolo se engraso con glicerina y se incubaron a 39°C en un baño maría con agitación se utilizó una cubierta con plexiglass para mantener las jeringas en posición vertical.

4.2.9 Metano y CO2

Este método es utilizado para determinar la cantidad de metano y CO_2 producido mediante la incubación de alimentos para rumiantes en un periodo de incubación de 24 horas. El inóculo se preparó a partir del líquido ruminal (120 ml), solución buffer y 1 gramo de la muestra de la muestra a analizar. Cada uno de los frascos de vidrio se colocaron en un incubador Daisy II de la marca ANKOM, Technology a una temperatura constante de 39º C aproximadamente con agitación y adicionando CO2. La presión originada por los gases fue medida a través de un transductor de presión conectado a un lector digital. De los frascos incubados a 24 horas, se abrieron las válvulas para liberar gas durante varios segundos., conectando cada uno de los módulos a un analizador portátil de CH_4 y CO_2 a través

de una manguera para medir la concentración de CH_4 y CO_2 gases de acuerdo a los procedimientos establecidos por el fabricante (GEMTM5000, LANDTEC, USA).

Análisis Estadístico

Los datos obtenidos se analizaron con un diseño completamente al azar, utilizando los procedimientos del paquete estadístico de SAS.

5. RESULTADOS

En la Tabla 2 se presentan los datos de la composición química de las dietas experimentales de la fase de iniciación de becerros en engorda.

Tabla 2. Composición química de las dietas experimentales fase de iniciación

	T1	T2	EEM
Materia seca	88.91±0.879	91.82±0.993	0.335
Proteína cruda	9.07±0.101	9.39±0.115	0.312
Grasa cruda	1.26±0.036	0.70±0.060	0.022
Cenizas	17.60±821	19.14±0.0793	0.421
Fibra detergente neutro	64.34±0788	53.88±5.59	0.556
Fibra detergente ácido	38.91±0.985	42.79±0.347	0.951
Lignina	30.55±1.42	21.36±572	0.858
Digestibilidad de la materia seca	66.61±1.438	59.81±0.468	0.852

[ab]Medias con diferente literal no son iguales (p<.05). EEM= error estándar entre las medias

Las dietas fueron isoproteicas como se pueden observar en los resultados obtenidos y baleanceadas de acuerdo a los requerimientos de la NRC.

En la Tabla 3 se muestran los resultados de la concentración de metano de la fase de iniciación de las dietas experimentales. La concentración de metano en la dieta que se incluyó naringina disminuyó 30% las concentraciones de metano con respecto a la dieta testigo ($p<0.05$). Estos resultados coinciden con los reportados por Jiménez et al. (2021), quienes administraron 3 g/kg de materia seca a novillos consumiendo una dieta a base de pastos tropicales. De igual manera, Oskoueian et al. (2013) registraron una disminución de metano en dietas a base de pasto guinea. Estos investigadores atribuyen la disminución de metano a la disminución en la población de protozoarios y bacterias metanógenas en el mismo experimento. Cabe mencionar que la naringina es un bioflavonoide ampliamente distribuido en los cítricos y contiene metabolitos secundarios que pueden modificar la microbiota ruminal y por ende las emisiones de metano.

Tabla 3. Concentración de metano in vitro y de las dietas experimentales fase de iniciación

	T1	T2	EEM
Metano, ml	8.32±2.154[a]	5.80±6.794[b]	0.956
Dióxido de carbono, ml	50.14±0.765[a]	44.25±0.425[b]	0.236
Nitrógeno amoniacal, mg/dL	13.37±2.461[a]	8.05±0.828[b]	0.562

[ab]Medias con diferente literal no son iguales (p<.05). EEM= error estándar entre las medias

En la Tabla 4 se presentan los resultados de la composición química de las dietas experimentales de la fase de finalización. Las dietas fueron balanceadas de acuerdo con los requerimientos nutricionales de bovinos en engorda (NRC, 1988). Las dietas fueron isoproteícas. Se puede observar que, en relación con los requerimientos de proteína durante el periodo de iniciación, estos aumentaron en la etapa de finalización, donde se les administró cerca de un 13% de proteína cruda. También es importante mencionar, que las concentraciones de naringina fueron iguales en ambos experimentos.

Tabla 4. Composición química de las dietas experimentales fase de finalización

	T1	T2	EEM
Materia seca	81.59±0.897	87.23±0.912	0.235
Proteína cruda	12.31±0.128	12.47±0.121	0.212
Grasa cruda	0.94±0.054	1.05±0.677	0.012
Cenizas	16.85±0.793	14.86±802	0.321
Fibra detergente neutro	62.13±1.118	51.64±2.999	0.456
Fibra detergente ácido	43.30±0.720	35.41±0.227	0.851
Lignina	22.84±0.240	19.72±0.742	0.758
Digestibilidad de la materia seca	81.78±4.636	84.69±3.891	0.652

[ab]Medias con diferente literal no son iguales (p<.05). EEM= error estándar entre las medias

En la Tabla 5 se presenta la concentración de metano mproducido por las dietas experimentales. La concentración de metano disminuyó 40% al utilizar naringina en las dietas experimentales. Estos resultados coinciden con los reportados por Amhed

et al. (2021) quien encontró una disminución similar al agregar un 10 y 20% de un aditivo a base de cítricos (Mootral) en bovinos. De igual manera, Jiménez et al. (2021) registraron disminución en las emisiones de metano en 31% al agregar 2% de naringina a la dieta de rumiantes consumiendo un pasto tropical.

Tabla 5. Concentración de metano in vitro y de las dietas experimentales fase de finalización

	T1	T2	EEM
Metano, ml	10.01±1.658[b]	7.13±4.452[a]	0.231
Dióxido de carbono, ml	57.78±2.491[a]	50.17±2.442[b]	0.521
Nitrógeno amoniacal, mg/dL	15.12±1.554	12.20±2.198	0.325

[ab]Medias con diferente literal no son iguales (p<.05). EEM= error estándar entre las medias

Cabe mencionar que la naringina (4,5,7, trihidroxiflavona 7 ramnoglucosidasa) pertenece a una de las 4000 flavonoides reportados y que se encuentran en las plantas citrícas, las cuales son una buena fuente de estos componentes y que incluyen a la naringina, nobelitina, narirutina u hespiridin (Alam, et al., 2014). Por lo que los flavonides tienen la propiedad de participar en la reducción de las arqueas metanogénicas, reemplazo de alguinos componentes químicos y además pueden mejorar la productividad, eficiencia y salud animal (Oskoueian et al., 2013)

6. CONCLUSIONES

La inclusión de naringina en dietas de rumiantes en dietas con ingredientes de baja calidad disminuye las emisiones de metano, lo cual puede favorecer el uso de la energía destinada para el crecimiento de los bovinos y a su vez contribuir a mejorar la calidad del aire e incidir en el mejoramiento del cambio climático.

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda que estas dietas sean administradas y monitoriadas en experimentos in vivo, además de utilizar este aditivo con otros tipos de ingredientes de mejor calidad.

8. LITERATURA CITADA

Arronis, V. (2009). *Validación y Transferencia de Tecnología en Alimentación con Forrajeras de Alta Calidad en Sistemas Intensivos de Producción de Carne.* Obtenido de http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/04/Manual_de_recomendaciones_sobre_sistemas_Intensivos_de_producci%C3%B3n_de_carne-min.pdf

Arronis, V. (24 de 09 de 2017). *SISTEMAS INTENSIVOS SOSTENIBLES DE CARNE COMO ESTRATEGIA PARA ENFRENTAR EL CAMBIO CLIMÁTICO* . Obtenido de http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/04/Manual_de_recomendaciones_sobre_sistemas_Intensivos_de_producci%C3%B3n_de_carne-min.pdf

Britos, A. I. (2011). *Uso de aditivos en alimentacion de ganado bovino.* Panama, Ciudad del Este.

Chauvet, M. (17 de abril de 1997). *La Ganadería Mexicana frente al fin de siglo.* Obtenido de La Ganadería Mexicana frente al fin de siglo: http://www.biblioteca.clacso.edu.ar/ar/libros/lasa97/chauvet.pdf

DP., H. (1986). *Programa nutricional de recepción para ganado en corral de engorda. Memorias del Seminario Engorda de Bovinos en Corrales;.* chapingo, Edo de Mexico.

Duarte, E. (9 de 9 de 2011). *Uso del Agua en establecimientos agropecuarios.* Obtenido de Uso del Agua en establecimientos agropecuarios.: https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R139/R_139_52.pdf

Durango, G. d. (20 de Septiembre de 2019). *Durango 3er lugar nacional en exportación de ganado*. Obtenido de https://www.durango.gob.mx/durango-3er-lugar-nacional-en-exportacion-de-ganado/

FAO. (16 de enero de 2008). *Alimentación animal .* Obtenido de La alimentación es uno de los factores más importantes en la producción intensiva de carne.

Galindo, Juana, & Bocourt, R. , & Sosa, Areadne (2007). Metanogénesis ruminal: aspectos generales y manipulación para su control. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 41*(2),105-114.[fecha de Consulta 10 de Agosto de 2022]. ISSN: 0034-7485. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017658001

Garcia, Y., & Yanelys Curbelo . (2015). Uso de aditicos en la alimentación animal. *Revista cubana de ciencia* , 173-177.

Jiménez-Ocampo, R., Montoya-Flores, MD., Herrera-Torres, E., Pámanes-Carrasco, G., Arceo-Castillo, JI., Valencia-Salazar, SS., Arango, J., Aguilar-Pérez, CF., Rámiréz-Avilés, L., Solorio-Sánchez, FJ., Piñero-Vázquez. AT., Ku-Vera, JC. 2021. Effect of Chitosan and Naringin on Enteric Methane Emissions in Crossbred Heifers Fed Tropical Grass. Animals 11, 1599. https://doi.org/ 10.3390/ani11061599

Intagri. 2019. *Uso de Aditivos y Promotores de Crecimiento en la Alimentación de Bovinos de Engorda*. Obtenido de https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/uso-de-aditivos-y-promotores-de-crecimiento-en-la-alimentacion-de-bovinos#:~:text=El%20uso%20de%20los%20aditivos,de%20problemas%20metab%C3%B3licos%20y%20reducen

Martinez, G. D. (2016). *Alimentacion de ganado bovino con dietas altas en grano.* Mexico, D.F.

Oskoueian E, Abdullah N, Oskoueian A. 2013. Effects of flavonoids on rumen fermentation activity, methane production, and microbial population. Biomed Res Int. 2013:349129. doi: 10.1155/2013/349129.

Patricio, N. T. (2017). *Los costos de la alimentación en la producción pecuaria.* Obtenido de Los costos de la alimentación en la producción pecuaria.: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2311-25812017000200001&lng=es&tlng=

Ricalde VR, M. M. (1998). *Manejo nutricional en corrales de engorda. .* mexico.

SADER. (8 de junio de 2015). *Ganadería bovina y sus derivados.* Obtenido de Ganadería bovina y sus derivados: https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/ganaderia-bovina-y-sus-derivados

SADER. (18 de Septiembre de 2018). *Consolida México el séptimo lugar en ranking mundial como productor de proteína animal.* Obtenido de Consolida México el séptimo lugar en ranking mundial como productor de proteína animal:

https://www.gob.mx/agricultura/prensa/consolida-mexico-el-septimo-lugar-en-ranking-mundial-como-productor-de-proteina-animal.

Alam, M.A.; Subhan, N.; Rahman, M.M.; Uddin, S.J.; Reza, H.M.; Sarker, S.D. 2014. Effect of Citrus Flavonoids, Naringin and Naringenin, on Metabolic Syndrome and Their Mechanisms of Action. Adv. Nutr. 5, 404–417

Oskoueian, E.; Abdullah, N.; Oskoueian, A. Effects of Flavonoids on Rumen Fermentation Activity, Methane Production, and Microbial Population. Biomed. Res. Int. 2013, 2013, 1–8

Jiménez-Ocampo, R.; Montoya-Flores, M.D.; Herrera-Torres, E.; Pámanes-Carrasco, G.; Arceo-Castillo, J.I.; Valencia-Salazar, S.S.; Arango, J.; Aguilar-Pérez, C.F.; Ramírez-Avilés, L.; Solorio-Sánchez, F.J.; et al. 2021. Effect of Chitosan and Naringin on Enteric Methane Emissions in Crossbred Heifers Fed Tropical Grass. Animals, 11, 1599

Tomaś de Jesuś Chaidez Alarcoń_Tesis.docx

Instituto Politecnico Nacional

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::14652:445160258

Fecha de entrega
2 abr 2025, 12:48 p.m. GMT-6

Fecha de descarga
2 abr 2025, 1:30 p.m. GMT-6

Nombre de archivo
Tomás de Jesús Chaidez Alarcón_Tesis.docx

Tamaño de archivo
519.1 KB

28 Páginas

4907 Palabras

27.750 Caracteres

24% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Cited Text
- Small Matches (less than 10 words)

Exclusions

- 24 Excluded Matches

Top Sources

24% Internet sources
2% Publications
12% Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.