



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS
CARRERA ZOOTECNIA

Unidad de integración curricular
Previo a la obtención del título de
Ingeniero Zootecnista

Título de la Unidad de Integración Curricular:

“Niveles de fertilización nitrogenadas en el valor nutricional y la producción de gas *in vitro* en
Erythrina poeppigiana”

Autor:

Kevin Lenin Álava Macías

Director de la Unidad de Integración curricular:

Dr. Carlos Javier Meza Bone

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2022

Declaración de autoría y cesión de derechos

Yo, **Kevin Lenin Álava Macías**, declaro que el trabajo aquí escrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o clasificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente

Kevin Lenin Álava Macías

C.C. # 1207667617

Certificación de culminación del proyecto de investigación

El suscrito, Dr. Carlos Javier Meza Bone docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **KEVIN LENIN ÁLAVA MACÍAS** realizó el proyecto de investigación de grado titulado “**NIVELES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADAS EN EL VALOR NUTRICIONAL Y LA PRODUCCIÓN DE GAS *in vitro* EN *Erythrina poeppigiana*.**” Previo a la obtención del título de ingeniero Zootecnista, bajo de mi dirección haciendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Dr. Carlos Meza Bone

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICADO DE REPORTES DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Dando al cumplimiento al reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a los normativas y directivos establecidos por el SENECYT el suscrito Dr. Carlos Javier Meza Bone; en calidad de Tutor de Unidad de Integradora Curricular titulada “**NIVELES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADAS EN EL VALOR NUTRICIONAL Y LA PRODUCCIÓN DE GAS *in vitro* EN *Erythrina poeppigiana*.**” de autoría del estudiante **Kevin Lenin Álava Macías**, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el sistema de URKUND es de 4% el mismo que es permitido por el mencionado software y los requerimientos académicos establecidos. Se extiende presente reporte que para el aspirante continúe con la gestión de titulación respectiva.

Cordialmente:

| URKUND | |
|----------------|--|
| Documento | Niveles de fertilización nitrogenadas en el valor nutricional y la producción de gas in vitro en Erythrina poeppigiana..doc (D150008248) |
| Presentado | 2022-11-17 09:10 (-05:00) |
| Presentado por | Meza Bone Gary Alex (gmeza@uteq.edu.ec) |
| Recibido | gmeza.uteq@analysis.orkund.com |
| Mensaje | análisis urkund Mostrar el mensaje completo 4% de estas 53 páginas, se componen de texto presente en 9 fuentes. |

Dr. Carlos Meza Bone

Director de la Unidad de Integración Curricular



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS
CARRERA ZOOTECNIA

UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Título

**“NIVELES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADAS EN EL VALOR NUTRICIONAL
Y LA PRODUCCIÓN DE GAS *in vitro* EN *Erythrina poeppigiana*.”**

Presentado a consejo directivo como requisito previo a la obtención de Titulación de Ingeniero Zootecnista.

Aprobado por:

PRESIDENTE DE TRIBUNAL

Dr. Gary Meza Bone

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Juan Avellaneda Cevallos

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Gregorio Vasconez Montúfar

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2022

Agradecimiento

Primero doy gracias a Dios por permitirme llegar a cumplir una meta en mi vida.

Agradezco a mis padres y novia, por cada palabra, consejo y brindarme su apoyo incondicional y su esfuerzo para que pueda cumplir mi sueño y ser profesional.

Agradezco a mi familia y amigos por estar siempre apoyándome a seguir luchando por mis sueños.

Un agradecimiento a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y de manera especial a la Facultad de Ciencia Pecuarias y Biológica por permitirme culminar mi carrera profesional y ser útil a la sociedad.

Un agradecimiento a todos los docentes de la Facultad de Ciencia Pecuarias y Biológica por impartirnos sus sabios conocimientos.

Dedicatoria

Este proyecto está dedicado primero Dios que ha estado junto a mí en cada etapa difícil a lo largo de mi carrera. Ha mis padres Pedro Lenin Álava y Cecibel Macías por ser ese pilar fundamental y enseñarme las cosas esenciales de la vida. A una persona especial Lissethe Arreaga que siempre creyó en mí y fue un apoyo incondicional. A mis maestros por enseñarme todos los conocimientos que hoy se ven reflejados en mi tesis de grado.

Resumen

En Ecuador el sector ganadero bovino es uno de los más importantes dentro de la producción agropecuaria. En términos de valor de producción, la carne de bovino es solo superado por el banano y el cacao entre los productos alimenticios. El objetivo de esta investigación fue fertilización nitrogenada en el valor nutricional y la producción de gas *in vitro* en *Erythrina poeppigiana*. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) para todas las variables, con 4 tratamientos (T0; 0 Kg N; T1; 100 Kg N; T2; 200 Kg N y T3; 300 Kg N) con 4 repeticiones. La comparación de medias mediante la prueba de Tukey. Excepto la cinética de degradación ruminal *in vitro* de la Materia Seca (MS), Materia Orgánica (MO), Fibra de Detergente Neutra (FDN), Fibra de Detergente Ácida (FDA) y la producción de gas *in vitro*. Se realizó los análisis de composición bromatológica de materia seca (MS), materia orgánica (MO), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA). La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), materia orgánica (DIVMO), fibra detergente neutra (DIVFDN) y fibra detergente ácida (DIVFDA), se utilizó la técnica de Tilley y Terry (1963), que consistió en incubar por un tiempo 48 horas las muestras de forraje molido, con microorganismos del rumen (líquido ruminal) y una mezcla de saliva artificial de McDougal (1948), utilizando cuatro toros Brahman de $250,0 \pm 20,5$ kg de peso vivo, dotados de una fístula con cánula el rumen. La incubación se la realizó utilizando un DaisyII®” (ANKOM Technology, Fairport, NY- USA 2000), con bolsas FN° 57, tamaño de poro de 25 μm . Se utilizó la técnica de producción de gas *in vitro*, se determinó según la metodología descrita por Theodorou *et al.* De cada tratamiento se recolecto en botellas de vidrio de 100 mL de capacidad nominal, 0,3 g de materia seca (MS). La presión de gas y el volumen se midió manualmente a las 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 y 96 horas después de la incubación con un transductor de presión DELTA OHM modelo DO 9704 (Delta OHM, Padova, Italia) con jeringas plásticas. La composición bromatológica no presento diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P > 0,05$), para MS, MO, FDN Y FDA, mientras el contenido de PC en hojas presento diferencias estadísticas ($P < 0,05$) siendo el mejor tratamiento el T2 (23,70%), mientras en los tallos no presento diferencias estadísticas ($P > 0,05$).

Palabras claves: Digestibilidad *in vitro*, *Erythrina poeppigiana*, cinética, incubación.

Abstract

In Ecuador, the bovine livestock sector is one of the most important in agricultural production. In terms of production value, beef is second only to bananas and cocoa among food products. The objective of this research was nitrogen fertilization in nutritional value and in vitro gas production in *Erythrina poeppigiana*. A completely randomized design (DCA) was used for all 3 variables, with 4 treatments (T0; 0 Kg N; T1; 100 Kg N; T2; 200 Kg N and T3; 300 Kg N) with 4 repetitions. The comparison of means using Tukey's test. Except for the in vitro ruminal degradation kinetics of Dry Matter (DM), Organic Matter (MO), Neutral Detergent Fiber (NDF), Acid Detergent Fiber (ADF) and in vitro gas production. Bromatological composition analyzes of dry matter (DM), organic matter (MO), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) were performed. The in vitro digestibility of dry matter (DIVMS), organic matter (DIVMO), neutral detergent fiber (DIVFDN) and acid detergent fiber (DIVFDA), the technique of Tilley and Terry (1963) was used, which consisted of incubating for a time 48 hours the samples of ground forage, with microorganisms from the rumen (ruminal fluid) and a mixture of artificial saliva from McDougal (1948), using four Brahman bulls of 250.0 ± 20.5 kg of live weight, equipped with a fistula cannulated the rumen. Incubation was performed using a DaisyII® (ANKOM Technology, Fairport, NY-USA 2000), with FN° 57 bags, 25 µm pore size. The in vitro gas production technique was used, it was determined according to the methodology described by Theodorou et al. From each treatment, 0.3 g of dry matter (DM) was collected in glass bottles with a nominal capacity of 100 mL. Gas pressure and volume were measured manually at 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 and 96 hours after incubation with a DELTA OHM model DO 9704 pressure transducer (Delta OHM, Padova, Italy). with plastic syringes. The bromatological composition did not present statistical differences between the treatments ($P > 0.05$), for MS, MO, NDF and FDA, while the PC content in leaves presented statistical differences ($P < 0.05$) being the best treatment the T2 (23.70%), while in the stems there were no statistical differences ($P > 0.05$).

Keywords: In vitro digestibility, *Erythrina poeppigiana*, kinetics, incubation.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| I. Introducción..... | 1 |
| CAPÍTULO I..... | 3 |
| CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... | 3 |
| 1.1. Problema de la investigación | 4 |
| 1.1.1. Planteamiento del problema..... | 4 |
| 1.1.2. Formulación de problema..... | 5 |
| 1.1.3. Sistematización del problema | 5 |
| 1.2. Objetivos..... | 6 |
| 1.2.1. Objetivos general | 6 |
| 1.2.2. Objetivos específicos..... | 6 |
| 1.3. Justificación | 7 |
| CAPITULO II..... | 8 |
| FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN | 8 |
| 2.1. Marco conceptual | 9 |
| 2.1.1. Rumiantes | 9 |
| 2.1.2. Leguminosas arbustivas..... | 9 |
| 2.1.3. Materia seca (MS) | 9 |
| 2.1.4. Materia Orgánica (MO) | 10 |
| 2.1.5. Proteína Cruda (PC) | 10 |
| 2.1.6. Digestibilidad <i>in vitro</i> | 10 |
| 2.1.7. Fibra de detergente ácido (FDA)..... | 10 |
| 2.1.8. Fibra de detergente neutro (FDN) | 11 |
| 2.1.9. Producción de gas <i>in vitro</i> | 11 |
| 2.2. Marco Referencial | 11 |
| 2.2.1 La ganadería en el Ecuador..... | 11 |
| 2.2.2. Caraca (<i>Erythrina poeppigiana</i>)..... | 12 |
| 2.2.2.1. Descripción botánica..... | 12 |
| 2.2.2.2. Distribución geográfica..... | 12 |
| 2.2.2.3. Taxonomía..... | 13 |
| 2.2.2.4. Nombres comunes | 13 |
| 2.2.2.5. Hojas | 14 |
| 2.2.2.6. Manejo | 14 |

| | |
|---|----|
| 2.2.2.7. Usos | 14 |
| 2.2.2.8. Propagación..... | 15 |
| 2.2.2.9. Calidad nutricional..... | 15 |
| 2.2.2.10. Fertilizantes nitrogenados | 15 |
| 2.2.2.11. Alimentación del ganado bovino..... | 16 |
| 2.2.2.12. Trabajos realizados | 16 |
| CAPITULO III | 18 |
| METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN | 18 |
| 3.1. Localización | 19 |
| 3.1.1. Condiciones agroclimáticas..... | 19 |
| 3.2. Tipo de Investigación..... | 20 |
| 3.3. Métodos de investigación | 20 |
| 3.3.1. Método comparativo | 20 |
| 3.3.2. Método experimental | 20 |
| 3.4. Fuentes de recopilación de información | 21 |
| 3.4.1. Primarias | 21 |
| 3.4.2. Secundarias..... | 21 |
| 3.5. Diseño de la investigación..... | 21 |
| 3.5.1. Tratamientos bajo estudio..... | 21 |
| 3.5.2. Diseño del experimento | 22 |
| 3.6. Manejo del experimento..... | 23 |
| 3.7. Instrumentos de investigación | 25 |
| 3.7.1. Variables a estudiar..... | 25 |
| 3.7.2. Materia seca (%)..... | 25 |
| 3.7.3. Fibra detergente neutra (%)..... | 26 |
| 3.7.4. Fibra detergente ácida (%) | 27 |
| 3.7.5. Cenizas (%) | 28 |
| 3.7.6. Digestibilidad <i>in vitro</i> | 28 |
| 3.7.7. Producción de gas <i>in vitro</i> | 29 |
| 3.8. Recursos humanos y materiales..... | 30 |
| 3.8.1. Materiales de oficina..... | 30 |
| 3.8.2. Equipos de laboratorio | 30 |

| | |
|---|----|
| 3.8.3. Materiales de laboratorio | 30 |
| 3.8.4. Reactivos..... | 31 |
| CAPÍTULO IV | 32 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 32 |
| 4.1. Composición Bromatológica de <i>Erythrina poeppigiana</i> | 33 |
| 4.1.1. Materia seca (MS) | 33 |
| 4.1.2. Materia orgánica (MO)..... | 34 |
| 4.1.3. Proteína cruda (PC) | 35 |
| 4.1.4. Fibra de detergente neutra (FDN) | 36 |
| 4.1.5. Fibra de detergente ácida (FDA)..... | 37 |
| 4.2. Digestibilidad <i>in vitro</i> | 38 |
| 4.2.1. Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca (DIVMS) | 38 |
| 4.2.2. Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia orgánica (DIVMO) | 39 |
| 4.2.3. Digestibilidad <i>in vitro</i> de fibra detergente neutra (DIVFDN) | 40 |
| 4.2.4. Digestibilidad <i>in vitro</i> de fibra en detergente ácida (DIVFDA) | 41 |
| 4.3. Producción de gas <i>in vitro</i> de la materia seca (PGIVMS)..... | 42 |
| 4.3.1. Producción de gas <i>in vitro</i> de materia seca en hojas..... | 42 |
| 4.3.2. Producción de gas <i>in vitro</i> de materia seca en tallos..... | 44 |
| CAPITULO V..... | 50 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 50 |
| Conclusiones..... | 51 |
| Recomendaciones | 52 |
| CAPÍTULO VI | 53 |
| BIBLIOGRAFÍA | 53 |
| CAPÍTULO VII..... | 60 |
| ANEXOS..... | 60 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Taxonomía de <i>Erythrina poeppigiana</i> | 13 |
| Tabla 2. Condiciones agroclimáticas del Cantón Mocache..... | 19 |
| Tabla 3. Esquema del experimento. Campus "La María" 2020 | 22 |
| Tabla 4. Esquema del análisis de varianza. Campus "La María" 2020..... | 23 |
| Tabla 5. Porcentaje de materia seca (MS) hojas y tallo de <i>E. poeppigiana</i> a diferentes dosis de Nitrógeno durante la época seca†. | 33 |
| Tabla 6. Porcentaje de materia orgánica (MO) hojas y tallo de <i>E. poeppigiana</i> a diferentes dosis de Nitrógeno durante la época seca†..... | 34 |
| Tabla 7. Porcentaje de proteína cruda (PC) hojas y tallo de <i>E. poeppigiana</i> a diferentes dosis de Nitrógeno durante la época seca†. | 35 |
| Tabla 8. Porcentaje de fibra de detergente neutra (FDN) hojas y tallo de <i>E. poeppigiana</i> a diferentes dosis de Nitrógeno durante la época seca†. | 36 |
| Tabla 9. Porcentaje de fibra detergente ácida (FDA) hojas y tallo de <i>E. poeppigiana</i> a diferentes dosis de Nitrógeno durante la época seca†..... | 37 |
| Tabla 10. Digestibilidad (%) <i>in vitro</i> de la materia seca (DIVMS) de hojas y tallo de <i>E. poeppigiana</i> a diferentes dosis de Nitrógeno durante la época seca†. | 38 |
| Tabla 11. Digestibilidad (%) <i>in vitro</i> de la materia orgánica (DIVMO) de hojas y tallo de <i>E. poeppigiana</i> a diferentes dosis de Nitrógeno durante la época seca†. | 39 |
| Tabla 12. Digestibilidad (%) <i>in vitro</i> de la fibra detergente neutra (DIVFDN) de hojas y tallo de <i>E. poeppigiana</i> a diferentes dosis de Nitrógeno durante la época seca†. | 40 |
| Tabla 13. Digestibilidad (%) <i>in vitro</i> de la fibra detergente ácida (DIVFDA) de hojas y tallo de <i>E. poeppigiana</i> a diferentes dosis de Nitrógeno durante la época seca†..... | 41 |
| Tabla 14. Producción de gas <i>in vitro</i> de la materia seca (PGIMS) de hojas de <i>E. poeppigiana</i> a diferentes dosis de Nitrógeno durante la época seca. | 42 |
| Tabla 15. Producción de gas <i>in vitro</i> de la materia seca (PGIMS) de hojas de <i>E. poeppigiana</i> a diferentes dosis de Nitrógeno durante la época seca. | 44 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|----|
| Figura 1. Producción de gas in vitro de hojas de <i>E. poeppigiana</i> a diferentes dosis de Nitrógeno durante la época seca..... | 43 |
| Figura 2. Producción de gas in vitro de tallos de <i>E. poeppigiana</i> a diferentes dosis de Nitrógeno durante la época seca..... | 45 |

CÓDIGO DUBLIN

| | | | | |
|------------------------------|---|------------------------------|----------|------------|
| Título: | Niveles de fertilización nitrogenadas en el valor nutricional y la producción de gas <i>in vitro</i> en <i>Erythrina poeppigiana</i> . | | | |
| Autor: | Álava Macías Kevin Lenin | | | |
| Palabras claves: | Digestibilidad in vitro | <i>Erythrina poeppigiana</i> | Cinética | Incubación |
| Fecha de publicación: | | | | |
| Editorial: | Universidad Técnica Estatal de Quevedo | | | |
| Resumen: | <p>Resumen. – En Ecuador el sector ganadero bovino es uno de los más importantes dentro de la producción agropecuaria. En términos de valor de producción, la carne de bovino es solo superado por el banano y el cacao entre los productos alimenticios. El objetivo de esta investigación fue fertilización nitrogenada en el valor nutricional y la producción de gas <i>in vitro</i> en <i>Erythrina poeppigiana</i>. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) para todas las variables, con 4 tratamientos (T0; 0 Kg N; T1; 100 Kg N; T2; 200 Kg N y T3; 300 Kg N) con 4 repeticiones. La comparación de medias mediante la prueba de Tukey. Excepto la cinética de degradación ruminal <i>in vitro</i> de la Materia Seca (MS), Materia Orgánica (MO), Fibra de Detergente Neutra (FDN), Fibra de Detergente Ácida (FDA) y la producción de gas <i>in vitro</i>. Se realizó los análisis de composición bromatológica de materia seca (MS), materia orgánica (MO), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA). La digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS), materia orgánica (DIVMO), fibra detergente neutra (DIVFDN) y fibra detergente ácida (DIVFDA), se utilizó la técnica de Tilley y Terry (1963), que consistió en incubar por un tiempo 48 horas las muestras de forraje molido, con microorganismos del rumen (líquido ruminal) y una mezcla de saliva artificial de McDougal (1948), utilizando cuatro toros Brahman de 250,0 ± 20,5 kg de peso vivo, dotados de una fistula con cánula el rumen. La incubación se la realizó utilizando un DaisyII®” (ANKOM Technology, Fairport, NY- USA 2000), con, bolsas FN° 57, tamaño de poro de 25 µm. Se utilizó la técnica de producción de gas <i>in vitro</i>, se determinó según la metodología descrita por Theodorou <i>et al.</i> De cada tratamiento se recolecto en botellas de vidrio de 100 mL de capacidad nominal, 0,3 g de materia seca (MS). La presión de gas y el volumen se midió manualmente a las 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 y 96 horas después de la incubación con un transductor de presión DELTA OHM modelo DO 9704 (Delta OHM, Padova, Italia) con jeringas plásticas. La composición bromatológica no presento diferencias estadísticas entre los tratamientos (P>0,05), para MS, MO, FDN Y FDA, mientras el contenido de PC en hojas presento diferencias estadísticas (P<0,05) siendo el mejor tratamiento el T2 (23,70%), mientras en los tallos no presento diferencias estadísticas (P>0,05).</p> <p>Palabras claves: Digestibilidad in vitro, <i>Erythrina poeppigiana</i>, cinética, incubación.</p> | | | |

| | |
|---------------------|---|
| | <p>Abstract. - In Ecuador, the bovine livestock sector is one of the most important in agricultural production. In terms of production value, beef is second only to bananas and cocoa among food products. The objective of this research was nitrogen fertilization in nutritional value and in vitro gas production in <i>Erythrina poeppigiana</i>. A completely randomized design (DCA) was used for all variables, with 4 treatments (T0; 0 Kg N; T1; 100 Kg N; T2; 200 Kg N and T3; 300 Kg N) with 4 repetitions. The comparison of means using Tukey's test. Except for the in vitro ruminal degradation kinetics of Dry Matter (DM), Organic Matter (MO), Neutral Detergent Fiber (NDF), Acid Detergent Fiber (ADF) and in vitro gas production. Bromatological composition analyzes of dry matter (DM), organic matter (MO), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) were performed. The in vitro digestibility of dry matter (DIVMS), organic matter (DIVMO), neutral detergent fiber (DIVFDN) and acid detergent fiber (DIVFDA), the technique of Tilley and Terry (1963) was used, which consisted of incubating for a time 48 hours the samples of ground forage, with microorganisms from the rumen (ruminal fluid) and a mixture of artificial saliva from McDougal (1948), using four Brahman bulls of 250.0 ± 20.5 kg of live weight, equipped with a fistula cannulated the rumen. Incubation was performed using a DaisyII® (ANKOM Technology, Fairport, NY-USA 2000), with FN° 57 bags, 25 µm pore size. The in vitro gas production technique was used, it was determined according to the methodology described by Theodorou et al. From each treatment, 0.3 g of dry matter (DM) was collected in glass bottles with a nominal capacity of 100 mL. Gas pressure and volume were measured manually at 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 and 96 hours after incubation with a DELTA OHM model DO 9704 pressure transducer (Delta OHM, Padova, Italy). with plastic syringes. The bromatological composition did not present statistical differences between the treatments (P>0.05), for MS, MO, NDF and FDA, while the PC content in leaves presented statistical differences (P<0.05) being the best treatment the T2 (23.70%), while in the stems there were no statistical differences (P>0.05).</p> <p>Keywords: In vitro digestibility, <i>Erythrina poeppigiana</i>, kinetics, incubation.</p> |
| Descripción: | 88 hojas: dimensiones 21 x 29,7 + CD - ROM |
| URI: | |

I. Introducción

La humanidad en el siglo XXI se enfrenta a desafíos globales; aumentar la producción alimentaria para satisfacer las necesidades nutricionales de una población reciente y luchar contra cambio climático. Actualmente la mejora del rendimiento de los cultivos de forrajes, es un obstáculo porque se vuelve difícil el ritmo de crecimiento de la producción de las décadas venideras (1).

La Organización de la agricultura y alimentos (FAO) estima que, para satisfacer la demanda en el 2050, la agricultura mundial tiene que aumentar el 50% de los alimentos, forraje y biocombustibles. Por lo tanto es necesario realizar investigaciones para el desarrollo que permitan la implementación de técnicas innovadoras tanto en la agricultura como en la gestión de procesos para optimizar la biomasa disponibles en los sistema productivos (1).

La falta de forraje en los meses de sequías es uno de los problemas más grandes que enfrentan los productores ganaderos. Las bajas temperaturas inciden negativamente el crecimiento de las pasturas por el déficit de agua en épocas secas. Causando respuestas negativas en la producción bovina en regiones tropicales (2).

La importancia del genero *Erythrina* se deriva de la capacidad de algunas de sus especies para unirse simbióticamente a la bacteria *Rhizobium sp.* el nitrato atmosférico a través del desarrollo de nódulos raciales. Por lo tanto, el aporte de los árboles de *Erythrina* puede suplir la falta de fertilización en los sistemas agroforestales (3). Entre los follajes, la caraca (*Erythrina poeppigiana*) se destaca como una leguminosa versátil que se encuentra ampliamente en las regiones tropicales y cuyo forraje es una fuente potencial de proteína (4).

La adición de forrajes para alimentación animal con alto contenido de digestibilidad requiere el conocimiento de elementos que incluyen la disponibilidad de biomasa digestible, así como la cantidad de fibra en las misma, lo que afecta la digestión ruminal (5).

Actualmente los sistemas de producción agropecuario han retornado como objeto alcanzar una producción estable, con varios estratos de plantas productores de follaje como son los arbóreas que proporcionan sombra, los ganaderos comúnmente lo utilizan como cerca vivas para brindar sombra a ciertos cultivos y mejora la calidad nutritiva de las praderas, ademan poseen la capacidad de producir forraje en periodos secos (6).

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

En el Litoral ecuatoriano la producción ganadera ha permanecido con dificultad en los últimos años debido a la baja cantidad y calidad de forraje, la persistencia del monocultivo de gramíneas en la época de sequía temporal que da como perdidas las características nutricionales (7).

Para mayores rendimientos de las gramíneas tropicales, se han utilizado tradicionalmente fertilizantes nitrogenados en los sistemas ganaderos. Se han encontrado varias investigaciones que indican el efecto beneficioso de combinar gramíneas con leguminosas, lo que aportan al incremento de la materia seca, digestibilidad en forraje. La magnitud de estos efectos va a depender de la persistencia de la leguminosa en la época seca (8).

Entre las leguminosas, *Erythrina poeppigiana* es importante porque se encuentra en regiones tropicales y subtropicales, facilitando el acceso a material vegetal. En particular, se encuentran como cerca vivas en unidades ganaderas en los trópicos, lo que facilita su uso como fuentes de hoja para pequeños rumiantes. La forma de suministrar a los animales incluye el corte de ramas para que los animales lo consuman libremente y corte de follaje para ofrecerlo al rumiante (9).

Diagnósticos

La escasez de pastizales en la estación seca en las regiones tropicales del Ecuador ha llevado a los ganaderos a buscar nuevos alientos alternativas para satisfacer las necesidades nutricionales y así mejorar la calidad de la carne y leche. El bajo valor nutricional del pasto reduce los parámetros de producción.

Pronósticos

Erythrina poeppigiana es una leguminosa forrajera que busca mejorar el valor nutricional con distintas dosis de nitrógenos para las deficiencias proteicas encontradas en los rumiantes durante los periodos secos en la zona trópicas. Esta estrategia nos permitirá aumentar o disminuir la producción ganadera.

1.1.2. Formulación de problema

¿*Erythrina poeppigiana* con diferentes dosis de fertilización nitrogenadas suministrados podrá ser asimilada de manera eficientes en los rumiantes durante el proceso de digestibilidad y producción de gas *in vitro*?

1.1.3. Sistematización del problema

¿*Erythrina poeppigiana* podrá mejorar el valor nutricional a base de distintas dosis de fertilizantes nitrogenadas?

¿La *Erythrina poeppigiana* tendrá un alto valor bromatológico?

¿Cómo influye la producción de gas *in vitro* en hojas y tallos de *Erythrina poeppigiana* diferentes dosis nitrogenadas?

1.2.Objetivos

1.2.1. Objetivos general

- Evaluar los niveles de fertilización nitrogenadas en el valor nutricional y la producción de gas *in vitro* en *Erythrina poeppigiana*.

1.2.2. Objetivos específicos

- Conocer la composición bromatológica de hojas y tallos de la *Erythrina poeppigiana* a diferentes niveles de fertilización nitrogenada.
- Determinar la digestibilidad *in vitro* de hojas y tallos en la *Erythrina poeppigiana* a diferentes niveles de fertilización nitrogenada.
- Evaluar la producción de gas *in vitro* en hoja y tallos de *Erythrina poeppigiana* a diferentes niveles de fertilización nitrogenada.

1.3. Justificación

El pasto es la principal fuente de alimento en los campos de pastoreo. Se utilizan distintas especies de gramíneas en la mezcla, dependiendo las condiciones climáticas y requisitos nutricionales.

Las leguminosas forrajeras tropicales poseen un valor nutricional alto por lo que es necesario realizar investigaciones a nivel agronómico para mejorar la eficiencia de la producción ganadera.

Se considera que la carca *Erythrina poeppigiana* posee características nutricionales la cual produce grandes cantidades de hojas ricas en nitrógenos (4,1 – 4,9), tolerancia en sequía y disponibilidad mundial, el valor de la especie es conservar, mejorar la calidad del suelo y contribuir a la demanda alimentaria esto hacer que esta especie sea importante en los sistemas ganaderos (10).

Considerando lo anterior, el siguiente proyecto de investigación se formula con la propuesta de determinar el valor nutricional, producción de gas *in vitro*, digestibilidad *in vitro* de la cara *Erythrina poeppigiana* a diferentes dosis de nitrógeno como un recurso forrajero en la alimentación ruminal, la producción de gas *in vitro* nos permite evaluar efecto de diferentes forrajes, dietas y aditivos en la fermentación ruminal; contribuyendo a los productores agropecuarios.

CAPITULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Rumiantes

Los rumiantes nacen con un estómago no desarrollado, ya que su principal alimento es la leche, a medida que crecen y la adición de alimentos fibrosos estimula el crecimiento y desarrollo de otros compartimentos del estómago. El rumiante libera sus gases (metano y dióxido de carbono) producidos por la fermentación microbiana en el rumen, lograda por la contracción y expansión de otros compartimentos (11).

2.1.2. Leguminosas arbustivas

Este grupo corresponde a todas las especies que no son gramíneas ni leguminosas, plantas que son desvalorizadas por desconocimiento, pero que pueden ser el apoyo necesario para mejorar el estado nutricional del ganado por ser forraje para el ganado (12).

2.1.3. Materia seca (MS)

El material de materia seca queda de un ejemplar de forraje fresco (materia verde), ya sea una pradera, un ensilaje, heno o granos, después que se le ha extraído el agua por secado forzado, se le conoce como materia seca. El contenido de materia seca de una pradera cambia durante el transcurso del año. La planta se encuentra en estado vegetativo en otoño o invierno, con contenidos de materia seca que oscilan entre el 13% y el 16%. Todos los nutrientes que se utiliza en la nutrición animal incluyendo proteínas, grasas, minerales y fibra, están concentrados en materia seca (13).

2.1.4. Materia Orgánica (MO)

La materia orgánica es un parámetro significativo que se utiliza para evaluar la calidad del pasto y está directamente relacionado con sus propiedades física, química y biológicas. Además, es necesario cuantificar para sugerir cuantas y que tipo de enmiendas se deben utilizar (14).

2.1.5. Proteína Cruda (PC)

La verdadera proteína cruda de los forrajes se divide en proteína verdadera y en nitrógeno no proteico (NNP) que constituyen entre 60 % y 80% del nitrógeno total de proteína verdadera. El nitrógeno restante se compone en NNP soluble y cantidades diminutas de nitrógeno lignificado. La proteína cruda es uno de los componentes más variables del forraje y los factores que afecta el valor nutricional pueden alterar significativamente el contenido de proteína (15)

2.1.6. Digestibilidad *in vitro*

La digestibilidad *in vitro* es evaluada a través de la incubación de los forrajes en soluciones de buffer y líquidos ruminales a la temperatura corporal de las vacas, bajo las condiciones anaeróbicas (16). Simula la digestibilidad del tracto digestivo del rumiante y requiere de la preparación de un inóculo que contenga microorganismos ruminales viables (17).

2.1.7. Fibra de detergente ácido (FDA)

Es utilizada para calcular la energía la energía del forraje ingerido por el animal. Los cálculos son importantes para determinar cuánto forraje se debe administrar. Cuando son bovino de leche y carne tienen requerimientos energéticos muy distintos. Un bovino de leche requiere muchas más energía en su alimentación para cumplir su demanda de su producción de leche (18).

2.1.8. Fibra de detergente neutra (FDN)

Es una de la proporción de la muestra que es insoluble en un detergente neutro. Básicamente compuesta por celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice, y se la denomina pared celular. Se considera que a mayor FDN menor consumo de Materia Seca (19).

2.1.9. Producción de gas *in vitro*

Es una de la técnica altamente utilizada que nos permite evaluar el efecto de alimentos, dietas y aditivos en la fermentación ruminal a mediados del siglo XX. Esta técnica también se ha utilizado para estimar la producción de metano (CH₄), producto de la fermentación ruminal (20).

2.2. Marco Referencial

2.2.1 La ganadería en el Ecuador

En Ecuador el sector ganadero bovino es uno de los más importantes dentro de la producción agropecuaria. En términos de valor de producción, la carne de bovino es solo superado por el banano y el cacao entre los productos alimenticios; en la producción agropecuaria el consumo interno de carne es uno de los valores más importantes.

La Federación Nacional de Ganadería del Ecuador mencionó que anualmente se destinan 760000 cabezas de ganado para la producción de 300 millones de libras de carne bovina aproximadamente; el 70% es proveniente de la producción costera y el 30% faltante perteneciente a la Sierra y Amazonía (21).

Cabe importante mencionar que la calidad y el nivel de productividad están relacionados con el tipo de insumos utilizados para la alimentación del ganado bovino. Los pastos y forrajes se ven influenciados por el cambio climático, suelo con bajos contenidos de nutrientes y otros factores, lo cual se reducirá la calidad de la carne y afectará el nivel nutricional de los bovinos así disminuyendo el rendimiento.

2.2.2. Caraca (*Erythrina poeppigiana*)

2.2.2.1. Descripción botánica

Es una especie tropical de 20 a 25 m de altura y hasta 50 cm de diámetro. Posee una corteza pardo – grisácea con espinas. Las hojas son alternas compuestas de tres folíolos de 5 a 18 cm de largo y de 4 a 15 cm de ancho en forma de rombo; el pecíolo tiene un par de glándulas fácilmente visibles. Posee flores anaranjadas y rojas agrupadas en racimos paniculados y densos en los extremos de las ramas (22).

2.2.2.2. Distribución geográfica

Su distribución en América Tropical, es desde Panamá hasta Bolivia, esta especie se adapta muy bien en áreas tropicales, incluyendo las Islas del Caribe. Es localizada en altitudes desde 600 hasta 1700 msnm, con temperaturas que tiene un promedio anual de 18°C a 28°C, y precipitaciones de 1000 a 3000 mm. Es usada frecuentemente como sombre para café. Este tipo de especie se desarrolla en suelos de texturas franco arcillosas o franca, con drenajes regulares y excesivos. También crece en suelo pobre, arenosos profundos y arcillosos (22).

2.2.2.3. Taxonomía

Tabla 1. *Taxonomía de Erythrina poeppigiana*

| | |
|---------------------|------------------------------|
| Reino: | <i>Plantea</i> |
| División: | <i>Magnoliophyta</i> |
| Clase: | <i>Magnoliopsida</i> |
| Subclase: | <i>Rosidae</i> |
| Orden: | <i>Fabales</i> |
| Familia: | <i>Fabaceaea</i> |
| Subfamilia: | <i>Faboideae</i> |
| Tribu: | <i>Phaseoleae</i> |
| Subtribu: | <i>Erythrininae</i> |
| Género: | <i>Erythrina</i> |
| Especie: | <i>Erythrina poeppigiana</i> |
| Fuente: (23) | |

2.2.2.4. Nombres comunes

- Anaco
- Búcaro
- Cachingo
- Cámbulo
- Gallito
- Poró
- Poró gigante
- Poró de sombra
- Pisamo
- Pito (24).

2.2.2.5. Hojas

Es un árbol que produce sus hojas en la época de floración, que suele ser de enero a mayo. Las hojas son alternadamente trifoliadas. Los folíolos son de forma romboidal y ovalada y varían en longitud de 15 a 25 cm. Por lo general, los folíolos de los árboles pequeños son más grandes que los de los árboles grandes (25).

2.2.2.6. Manejo

Cada sistema necesita técnicas de manejo únicas que determinarán el rendimiento de biomasa del sistema, la eficiencia de corte y el retorno económico. Se pueden detectar plantas de bajo rendimiento y crecimiento esto hasta el punto de realizar podas de formación (4-6 meses). Pero el cultivo de mayor nivel no debe comenzar antes de que primero pueda madurar después de (9-12 meses). Las podas son necesarias para regular la cantidad de luz solar que llega al cultivo. Además, ofrecen ventajas a través de la materia orgánica que se incorpora gradualmente al suelo liberando nitrógeno (26).

2.2.2.7. Usos

La mayoría de los usos de la madera no son adecuados ya que es ligera e insípida. Como resultado, se usa principalmente como un componente significativo en los sistemas agroforestales, particularmente cuando se combina con cultivos perennes. La especie nodula mucho y es un fijador de nitrógeno. Produce grandes cantidades de hojarasca rica en nitrógeno, lo que demuestra el valor de la especie para preservar y mejorar el suelo y respaldar rendimientos altos y sostenibles de cultivos relacionados (27).

2.2.2.8. Propagación

La época de reproducción es durante la estación seca; florece de julio a octubre fructifica de agosto a octubre y se dispersa de octubre a noviembre. Se propaga de forma natural a través de semillas, pero también puede hacerlo a través de estacas de varios tamaños (28).

2.2.2.9. Calidad nutricional

Por su alto contenido proteico y energético, se han utilizado especies de árboles y arbustos para forraje de rumiantes con buenos resultados como complemento de dietas predominantemente de pastoreo, entre ellas *Erythrina poeppigiana* (caraca, cambulo o puerro), *Erythrina glauca* (búcaro o pizamo) e Hibiscus rosa - Chino (Cayeño) (29).

Se ha observado por Vásquez (1992), que cuando se utilizó *Erythrina poeppigiana*, la ganancia diaria fue de 648 con una rentabilidad de 33%. Cuando se suplementaron vacas lecheras con *Erythrina poeppigiana* (0,5 kilos de materia seca/100 kilos de peso vivo), la producción de leche fue un promedio de 8,8 kilos/vaca/día con un ingreso total del 90% (29).

2.2.2.10. Fertilizantes nitrogenados

Los agricultores de todo el mundo utilizan fertilizantes nitrogenados como un medio para lograr aumentos significativos en el rendimiento. Sin embargo, en los últimos años se ha descubierto que este sistema ha ocasionado una serie de problemas ambientales importantes, debido a que el nitrógeno es un elemento que no es retenido por el suelo; y si las plantas no lo utilizan, es arrastrado y pierde infiltración. El agua fluye hacia los ríos, aumentando significativamente los niveles de nitrato, lo que lleva a la eutrofización de los ríos, lo que resulta en contaminación (30).

2.2.2.11. Alimentación del ganado bovino

El follaje de leguminosas arbóreas contiene una mayor concentración de proteína cruda (PC) a diferencia de las gramíneas tropicales de tipo rastrero o amacollado, por lo cual se ha sugerido la incorporación de una fuente complementaria de PC para bovinos de pastoreo. Sin embargo, el uso de follaje de estas leguminosas como alimentos para rumiantes no es usual por el desconocimiento de la presencia y concentración de compuestos secundarios y nivel que se puede incorporar en las dietas sin afectar la eficiencia productiva y estado de salud de los animales (31).

2.2.2.12. Trabajos realizados

Un estudio realizado sobre la fertilización nitrogenada de la *Tithonia*, se la realizó a los 7 días del corte para los cuatro niveles de nitrógeno a evaluar: 100, 200, 300 y 400 kg de nitrógeno por hectárea por año. Las diferentes dosis de nitrógenos por corte se dividieron en dos, con 15 días entre ellas, para evitar síntoma de toxicidad. También a los tratamientos con nitrógenos, se procedió a una aplicación adicional de 107 kg de P_2O_5 (óxido de fósforo) y 72 kg K_2O (óxido de potasio) por hectárea por año, distribuidos en las tres aplicaciones entre los cortes anuales, con único propósito de corregir las deficiencia del suelo (32).

Las dosis crecientes de nitrógeno causaron una tendencia de la *Tithonia* a incrementar la producción de forraje seco, el contenido de hojas del forraje y el porcentaje y producción de proteína, pero sólo mostró significancia la diferencia entre las dosis de 100 kg y 200 $kgN \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$, que corresponden a 33,3 kg y 66,7 $kgN \cdot ha^{-1} \cdot corte^{-1}$ en los tres cortes anuales, lo que sugiere que el Botón de oro no responde a dosis altas de nitrógeno. Es importante evaluar este cultivo con dosis inferiores a las utilizadas en este ensayo, para determinar si existe respuesta significativa a una dosis inferior a 200 $kgN \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$. Se sugiere dividir la aplicación de 66,7 $kgN \cdot ha^{-1}$, en dos aplicaciones por corte de 49 días, inferiores a los 40 $kgN \cdot ha^{-1}$, para evitar excesos al cultivo (32).

En otro estudio que se realizó el análisis bromatológico se tomaron 12 plantas al azar por unidad experimental por corte, la recolección fue aproximadamente de 2 kilos por muestra, una vez que se realizó la toma de la muestra se hizo su respectivo peso, se deshidrato al sol para su posterior análisis bromatológico y de digestibilidad *in vitro* en el laboratorio (33).

Se demostró una alta capacidad de absorción de nutrientes, reflejada en una alta producción de biomasa con el incremento en los niveles de fertilización, elevando hasta cinco veces la producción, como se evidencia en la relación entre el tratamiento sin fertilización y el T6 con el mayor nivel de fertilización. Igualmente, la fertilización presentó un importante impacto sobre las características agronómicas del cultivo, determinadas por un acentuado crecimiento de la planta, incrementando considerablemente el número de tallos, el largo, ancho y peso de hojas. Adicionalmente se encontró que las características de la hoja presentan una alta correlación con las demás características productivas del cultivo, por tal razón éstas pueden ser un referente de fácil medición para determinar las características productivas y nutricionales de la planta (33).

La aplicación de fertilizantes en la *Tithonia diversifolia* incrementa significativamente sus contenidos foliares de proteína, energía y cenizas; esto combinado con los incrementos en la producción de biomasa justifica el desarrollo de cultivos con base en la interpretación de análisis de suelos y extracción de nutrientes de la plantas, que permitan determinar los niveles óptimos de fertilización, donde se produzcan las mayores producciones de biomasa con los mayores contenidos bromatológicos y de digestibilidad del forraje, por tanto el tratamiento que presenta mejores rendimientos productivos y bromatológicos de acuerdo a este estudio es el T5 (28,1 g de urea, 15,8 g de DAP y 10,1 g de KCL), se sugiere este tratamiento, ya que no se encontraron diferencias estadísticas con respecto al T6 en la mayoría de las variables. La proteína representa el nutriente de mayor valor económico en la elaboración de dietas para animales, de allí la importancia de la *Tithonia diversifolia* (33).

CAPITULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La presente investigación se realizó en el Campus "La María", en el Laboratorio de Rumiología y Metabolismo Nutricional "RUMEN" de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Las instalaciones se encuentran en la provincia de Los Ríos, del cantón Mocache, ubicado en el km 7 ½ de la vía Quevedo – El Empalme, a una altura de 73 msnm, temperatura promedio de 25,70 °C, una precipitación de 2221,29 mm anual, posee una humedad relativa del 87,71% y una topografía plana. El trabajo de la investigación tuvo una duración de 60 días (34).

3.1.1. Condiciones agroclimáticas

En la siguiente Tabla 2 se describen las condiciones agroclimáticas donde se desarrolló la presente investigación.

Tabla 2. Condiciones agroclimáticas del Cantón Mocache.

| Parámetros | Promedios |
|----------------------------------|-------------------------------|
| Temperatura °C | 25,70 |
| Humedad relativa, % | 87,71 |
| Precipitación, anual mm | 2221,29 |
| Heliofanía, horas luz/ año | 898,77 |
| Evaporación, promedio anual (mm) | 89,46 |
| Zona ecológica | Bosque tropical Húmedo (Bh-T) |

Fuente: (34)

3.2. Tipo de Investigación

La investigación fue de tipo exploratorio, puesto que se evaluó cómo influye la dosis de nitrógeno (N) en *Erythrina poeppigiana*, la composición bromatológica, en los parámetros de digestibilidad *in vitro* y producción de gas. Contribuye a la línea (a) de investigación haciendo enfoque al comportamiento agronómico, evaluación y mejoramiento de las características nutricionales y métodos de conservación de gramíneas, leguminosas, subproductos agropecuarios y residuos agroindustriales con fines para la alimentación de los animales (34).

3.3. Métodos de investigación

3.3.1. Método comparativo

Se utilizó un método comparativo que permitió aplicar un reconocimiento y comparar los resultados obtenidos entre los tratamientos, procesos que ayudó a la composición bromatológica, determinación de los parámetros de la digestibilidad *in vitro* y producción de gas óptima.

3.3.2. Método experimental

Se utilizó un método experimental que se aplicó para dar una confiabilidad a los resultados obtenidos en las distintas variables evaluadas, mediante la aplicación de un análisis de la varianza por otra parte, para la comparación de medias se empleó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p \leq 0,05$).

3.4. Fuentes de recopilación de información

3.4.1. Primarias

La información primaria se realizó mediante el desarrollo de la investigación siendo los resultados obtenidos a través de los distintos análisis como los parámetros de digestibilidad *in vitro* y la producción de gas, se determinó el mejor resultado obtenido de cada tratamiento.

3.4.2. Secundarias

Las fuentes secundarias corresponden a los diferentes medios donde se extrajo la información para complementar el apartado teórico del ensayo, tales como: libros, artículos científicos, tesis, informes, sitios web, entre otros. Los cuáles será seleccionados a través de búsquedas no sistemáticas en bases de datos académicas.

3.5. Diseño de la investigación

3.5.1. Tratamientos bajo estudio

Los tratamientos fueron:

T0: 0 Kg/ha de Nitrógeno

T1: 100 Kg/ha de Nitrógeno

T2: 200 Kg/ha de Nitrógeno

T3: 300 Kg/ha de Nitrógeno

Tabla 3. Esquema del experimento. Campus "La María" 2020

| Tratamiento | Descripción | Rep. | UE | Total |
|--------------------|------------------------|-------------|-----------|--------------|
| T0 | 0 kg/ha de Nitrógeno | 4 | 1 | 4 |
| T1 | 100 kg/ha de Nitrógeno | 4 | 1 | 4 |
| T2 | 200 kg/ha de Nitrógeno | 4 | 1 | 4 |
| T3 | 300 kg/ha de Nitrógeno | 4 | 1 | 4 |
| Total | | | | 16 |

Rep.: repeticiones; UE: unidades experimentales

Elaborado: Autor.

3.5.2. Diseño del experimento

Se utilizó un diseño completamente al azar para todas las variables, con 4 tratamientos (T0; 0 Kg N; T1; 100 Kg N; T2; 200 Kg N y T3; 300 Kg N) con 4 repeticiones. La comparación de medias mediante la prueba de Tukey. La producción de gas *in vitro*, se analizó con el programa Graphpad Prism 6.

Modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij} \quad (51)$$

Dónde:

Y_{ij} = Total de una observación.

μ = La media de la población de los datos del experimento.

T_i = Efecto “iésimo” de los tratamientos

ϵ_{ij} = Error experimental.

En la Tabla 4, se indica el esquema del análisis de varianza.

Tabla 4. Esquema del análisis de varianza. Campus "La María" 2020

| Fuente de variación | Fórmula | Grados de libertad |
|----------------------------|----------------|---------------------------|
| Tratamientos | $t - 1$ | 3 |
| Error experimental | $t (r-1)$ | 12 |
| Total | $t.r-1$ | 15 |

Elaborado: Autor.

3.6. Manejo del experimento

Para el rendimiento productivo de la *Erythrina poeppigiana*, se tomó los datos del programa de Pastos y Forrajes de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. La misma fue establecida en enero del 2017. Las plantas de *Erythrina poeppigiana*, fueron establecidas por reproducción asexualmente (estaca directa), posteriormente se sembró a una distancia de 1 m entre planta, 1 m entre surcos. El terreno no se regó durante el experimento.

Dosificación de nitrógeno: Se realizó con un corte de uniformidad a 50 cm de acuerdo a lo recomendado por Toledo y Schultze (35), a todas las parcelas a evaluar; para posteriormente proceder a tomar los datos de los rendimientos de producción a los 60 días. El sitio experimental tiene una superficie de 200 m², de las cuales están distribuidas las 256 plantas para la época

seca. Debido a que las plantas fueron establecidas a una densidad de siembra de 1,0 m de distancia entre sitio y 1,0 m entre surcos, una vez realizado el corte de igualación se realizó la fertilización de nitrógeno (0, 100, 200, 300 kg N ha⁻¹), distribuido en dos partes, al inicio de la investigación y posterior a los 30 días se aplicó la segunda dosificación.

Los tratamientos están determinados por la dosis de nitrógeno, definiéndose un tratamiento testigo (T0), y tres tratamientos adicionales con 100 (T1), 200 (T2) y 300 (T3) kg N ha⁻¹. Al T0 se le adiciono 45 g planta⁻¹, de una mezcla que resultó de la combinación de fosfato diamónico [(NH₄)₂HPO₄], cloruro de potasio (KCl), sulfato de magnesio (MgSO₄) y nitrato de calcio (CaNO₃), en proporciones de 12, 42, 16 y 29 % p/p, respectivamente. Al T1 se le adiciono 60 g planta⁻¹, de una mezcla que resultó de la combinación de urea [CO(NH₂)₂], fosfato diamónico, cloruro de potasio, sulfato de magnesio y nitrato de calcio, en proporciones de 27, 9, 31, 12 y 22 % p/p, respectivamente. Al T2 se le adiciono 82 g planta⁻¹, de una mezcla que resultó de la combinación de urea, fosfato diamónico, cloruro de potasio, sulfato de magnesio y nitrato de calcio, en proporciones de 47, 6, 23, 9 y 16 % p/p, respectivamente. Al T3 se le adiciono 104 g planta⁻¹, de una mezcla que resultó de la combinación de urea, fosfato diamónico, cloruro de potasio, sulfato de magnesio y nitrato de calcio, en proporciones de 58, 5, 18, 7 y 12 % p/p, respectivamente.

A todas las parcelas experimentales se le realizó una fertilización base, adicionando 45 g planta⁻¹, de una mezcla que resultó la combinación de fosfato diamónico [(NH₄)₂HPO₄], cloruro de potasio (KCl), sulfato de magnesio (MgSO₄) y nitrato de calcio (CaNO₃), en proporciones de 12, 42, 16 y 29 % p/p, respectivamente. Posteriormente, los tratamientos estuvieron determinados por la dosis de nitrógeno, definiéndose un tratamiento testigo (T0), y tres tratamientos adicionales con 100 (T1), 200 (T2) y 300 (T3) kg N ha⁻¹. Al T0 únicamente se le adicionó la fertilización base. Al T1 se le adicionó la fertilización base + 15 g urea [CO(NH₂)₂]/planta. Al T2 se le adicionó la fertilización base + 37 g urea planta⁻¹. Al T3 se le adicionó la fertilización base + 59 g urea planta⁻¹.

Comportamiento agronómico: Se realizó la recolección de las muestras de *Erythrina poeppigiana* fresca, el área experimental estuvo dividida con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones con un total de 16 parcelas experimentales con 16 plantas por parcelas de 9 m², de las cuales se tomaron las 4 plantas centrales para la toma de datos de las variables a evaluar. El área experimental tuvo una superficie de 250 m², en los cuales se distribuyeron las 256 plantas.

El análisis de la composición bromatológica se realizó a partir del forraje cosechado del experimento del rendimiento productivo de la planta completa (hojas + tallos) para la época seca. La muestra del forraje se secó en una estufa de aire forzado a 60°C por 48 horas y se molió 1 mm en un molino a martillo (THOMAS-Wiley, USA, Model 4).

3.7. Instrumentos de investigación

3.7.1. Variables a estudiar

Composición bromatológica:

3.7.2. Materia seca (%)

El porcentaje de materia seca se realizó mediante la extracción de muestras, que se colocó en una estufa a 65°C durante 48 horas (36).

Para los cálculos correspondientes se utilizó la siguiente fórmula.

Materia seca.

$$MS(\%) = \frac{P_{INICIAL} - P_{SECO}}{P_{INICIAL}} * 100$$

3.7.3. Fibra detergente neutra (%)

El método implementado con Tecnología ANKOM se realizó lavando a 100 °C durante 1 hora a los 60 – 65 °C se colocó 20 g de sulfito de sodio y 4 ml de alfa amilasa con tres enjuagues de 5 minutos con agua a temperatura 80 °C, posterior a ello se sumergió en acetona por un periodo de 5 minutos, con un reposo de 10 minutos, luego procedió a ser secado en una estufa durante 48 horas a 65 °C para finalmente pesarse (37). El cálculo de esta variable se realizó ejecutando la siguiente ecuación (37).

Fibra detergente neutra.

$$FDA(\%) = \frac{W_3 - W_1}{W_2 * MS(\%)} * 100$$

Donde:

FDN (%): Porcentaje de fibra detergente neutro

W1: Peso de la bolsa

W2: Peso de la muestra

W3: Peso posterior a la extracción

MS (%): Porcentaje de la materia seca.

3.7.4. Fibra detergente ácida (%)

Se ejecutó mediante el protocolo implantado por ANKOM Technology, el cual consistió en lavar la muestra con una solución ácida a una temperatura de 100 °C, con tres enjuagues de 5 minutos con agua a una temperatura de 80 °C, posterior a esto se sumergió en acetona durante 5 minutos, dejar en reposo durante 10 minutos y se secó con la ayuda de una estufa durante 48 horas a una temperatura de 65 °C. Para su cálculo se utilizó la siguiente ecuación (37).

Fibra detergente ácida.

Dónde:

$$FDA(\%) = \frac{W_3 - W_1}{W_2 * MS(\%)} * 100$$

FDA (%): Porcentaje de fibra detergente ácida

W1: Peso de la bolsa

W2: Peso de la muestra

W3: Peso posterior a la extracción

MS (%): Porcentaje de la materia seca

3.7.5. Cenizas (%)

Para determinar el contenido de cenizas, el crisol se utilizó con la muestra seca, se colocó en una mufla a una temperatura de 600°C durante 3 horas. A continuación, los crisoles se retiraron y se secarán durante 20 minutos para registrar posteriormente el peso. Para obtener dichos datos se emplea la siguiente expresión matemática:

Cenizas.

$$\%cenizas = \frac{(\text{peso crisol} + \text{cenizas}) - (\text{peso del crisol vacío})}{\text{peso de muestra seca}} * 100$$

3.7.6. Digestibilidad *in vitro*

La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), materia orgánica (DIVMO), fibra detergente neutra (DIVFDN) y fibra detergente ácida (DIVFDA), se utilizó la técnica de Tilley y Terry (1963), que consistió en incubar por un tiempo 48 horas las muestras de forraje molido, con microorganismos del rumen (líquido ruminal) y una mezcla de saliva artificial de McDougal (1948), utilizando cuatro toros Brahman de 250,0 ± 20,5 kg de peso vivo, dotados de una fístula con cánula el rumen (38). La incubación se la realizó utilizando un DaisyII®” (ANKOM Technology, Fairport, NY- USA 2000), con, bolsas FN° 57, tamaño de poro de 25 µm (38).

3.7.7. Producción de gas *in vitro*

Se utilizó la técnica de producción de gas *in vitro*, se determinó según la metodología descrita por Theodorou *et al* (39). De cada tratamiento se recolecto en botellas de vidrio de 100 mL de capacidad nominal, 0,3 g de materia seca (MS) Theodorou *et al.* (39).

Posteriormente se añade 60 mL de inóculo ruminal (70:30 medio/inóculo ruminal) bajo un flujo de CO₂ constante. Las botellas se sellaron e incubo a 39 °C en un baño maría para alcanzar la etapa mesofílica. La presión de gas y el volumen se medió manualmente a las 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 y 96 horas después de la incubación con un transductor de presión DELTA OHM modelo DO 9704 (Delta OHM, Padova, Italia) con jeringas plásticas. Para cada tratamiento se utilizó cuatro botellas (repeticiones) por cada tiempo de incubación y cuatro botellas adicionales como blanco. La determinación de producción de gas (mL/g MS) se analizó con el programa Graphpad Prism 6, Los datos se ajustó a la ecuación.

$$Y = D (1 - e^{-k t})$$

Donde:

Y = Producción acumulada de gas en un momento dado (ml)

D = Producción potencial acumulativa de gas (ml)

K = Tasa de producción de gas (h⁻¹)

T = Tiempo de fermentación (h)

= Retraso inicial para el inicio de la fermentación (h)

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.1. Materiales de oficina

- Computadora
- Impresora
- Calculadora
- Cuaderno
- Flash memoria
- Cámara

3.8.2. Equipos de laboratorio

- Estufa
- Desecador
- Mufla
- Espátula
- Deysi
- Balanza analítica

3.8.3. Materiales de laboratorio

- Fundas de papel
- Botellas de vidrio
- Guantes
- Mandil
- Etiquetas

3.8.4. Reactivos

- Ácido sulfúrico concentrado 96-98%
- Solución de hidróxido de sodio al 40%
- Solución de ácido bórico al 2%
- Solución de ácido clorhídrico 0,1 N, Estandarizada
- Tabletas catalizadoras
- Indicador Kjeldahl
- Agua destilada
- Acetona
- Indicador para titulación de proteína
- Solución FDA ANKOM
- Fosfato Dibásico
- Bicarbonato de Sodio
- Cloruro de Sodio
- Cloruro de Potasio
- Cloruro de Calcio
- Cloruro de Magnesio
- Sulfito de Sodio
- Alfamilasa

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Composición Bromatológica de *Erythrina poeppigiana*

4.1.1. Materia seca (MS)

El contenido de materia seca tanto en hojas como en tallos no presento diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre las medias de los tratamientos, (ver tabla 5).

Tabla 5. Porcentaje de materia seca (MS) hojas y tallo de *E. poeppigiana* a diferentes dosis de Nitrógeno durante la época seca†.

| Tratamientos | MS | MS |
|--------------|---------|---------|
| | Hojas | Tallos |
| T0 | 16,77 a | 17,83 a |
| T1 | 17,45 a | 18,20 a |
| T2 | 18,25 a | 18,34 a |
| T3 | 19,18 a | 19,89 a |
| EEM | 1,04 | 0,71 |
| Valor P | 0,4322 | 0,2296 |

^a Medias con letras distintas de columna difieren significativamente ($P > 0,05$); EEM: error estándar de las medias: †= materia seca.

T0: *E. poeppigiana* 0 kg.N ha⁻¹; T1 *E. poeppigiana* 100 kg.N ha⁻¹; T2 *E. poeppigiana* 200 kg.N ha⁻¹; T3 *E. poeppigiana* 3000 kg.N ha⁻¹

4.1.2. Materia orgánica (MO)

El contenido de materia orgánica tanto en hojas como en los tallos no se registró diferencias estadísticas ($P>0,05$) entre la media de los tratamientos, (ver tabla 6).

Tabla 6. Porcentaje de materia orgánica (MO) hojas y tallo de *E. poeppigiana* a diferentes dosis de Nitrógeno durante la época seca†.

| Tratamientos | MO Hojas | MO Tallos |
|--------------|-------------|--------------|
| T0 | 91,43 a | 91,16 a |
| T1 | 91,05 a | 91,94 a |
| T2 | 90,96 a | 91,19 a |
| T3 | 91,24 a | 93,65 a |
| EEM | 0,28 | 0,80 |
| Valor P | 0,6553 | 0,1513 |

^a Medias con letras distintas de columna difieren significativamente ($P>0,05$); EEM: error estándar de las medias: †= materia orgánica.

T0: *E. poeppigiana* 0 kg.N ha⁻¹; T1 *E. poeppigiana* 100 kg.N ha⁻¹; T2 *E. poeppigiana* 200 kg.N ha⁻¹; T3 *E. poeppigiana* 3000 kg.N ha⁻¹

4.1.3. Proteína cruda (PC)

El contenido de proteína cruda en hojas presento diferencias estadísticas ($P < 0,05$) entre las medias de los tratamientos, siendo el mejor tratamiento el T2 (23,70%), mientras en los tallos no presento diferencias estadísticas ($P > 0,05$), entre la media de los tratamientos, (ver tabla 7).

Tabla 7. Porcentaje de proteína cruda (PC) hojas y tallo de *E. poeppigiana* a diferentes dosis de Nitrógeno durante la época seca†.

| Tratamientos | PC | PC |
|--------------|----------|---------|
| | Hojas | Tallos |
| T0 | 18,75 b | 11,59 a |
| T1 | 22,64 ab | 13,75 a |
| T2 | 23,70 a | 12,66 a |
| T3 | 22,09 ab | 11,67 a |
| EEM | 0,97 | 0,66 |
| Valor P | 0,198 | 0,1272 |

^a Medias con letras distintas de columna difieren significativamente ($P > 0,05$); EEM: error estándar de las medias: †= proteína cruda.

T0: *E. poeppigiana* 0 kg.N ha⁻¹; T1 *E. poeppigiana* 100 kg.N ha⁻¹; T2 *E. poeppigiana* 200 kg.N ha⁻¹; T3 *E. poeppigiana* 3000 kg.N ha⁻¹

4.1.4. Fibra de detergente neutra (FDN)

La fibra en detergente neutra tanto en hojas como en tallos no presento diferencias estadísticas ($P>0,05$) entre la media de los tratamientos, (ver tabla 8).

Tabla 8. Porcentaje de fibra de detergente neutra (FDN) hojas y tallo de *E. poeppigiana* a diferentes dosis de Nitrógeno durante la época seca†.

| Tratamientos | FDN | FDN |
|--------------|---------|---------|
| | Hojas | Tallos |
| T0 | 46,05 a | 56,18 a |
| T1 | 46,45 a | 58,34 a |
| T2 | 46,62 a | 59,98 a |
| T3 | 48,06 a | 57,87 a |
| EEM | 0,92 | 2,21 |
| Valor P | 0,4637 | 0,6878 |

^a Medias con letras distintas de columna difieren significativamente ($P>0,05$); EEM: error estándar de las medias: †= fibra de detergente neutro.

T0: *E. poeppigiana* 0 kg.N ha⁻¹; T1 *E. poeppigiana* 100 kg.N ha⁻¹; T2 *E. poeppigiana* 200 kg.N ha⁻¹; T3 *E. poeppigiana* 3000 kg.N ha⁻¹

4.1.5. Fibra de detergente ácida (FDA)

La fibra en detergente ácida tanto en hojas y tallos no presentó diferencias estadísticas ($P>0,05$) entre la media de los tratamientos, (ver tabla 9).

Tabla 9. Porcentaje de fibra detergente ácida (FDA) hojas y tallo de *E. poeppigiana* a diferentes dosis de Nitrógeno durante la época seca†.

| Tratamientos | FDA | FDA |
|--------------|----------|---------|
| | Hojas | Tallos |
| T0 | 29,68 a | 45,90 a |
| T1 | 29,06 a | 44,06 a |
| T2 | 29,26 a | 46,87 a |
| T3 | 31, 94 a | 45,11 a |
| EEM | 0,89 | 2.29 |
| Valor P | 0,1376 | 0,8449 |

^a Medias con letras distintas de columna difieren significativamente ($P>0,05$); EEM: error estándar de las medias: †= fibra de detergente ácida.

T0: *E. poeppigiana* 0 kg.N ha⁻¹; T1 *E. poeppigiana* 100 kg.N ha⁻¹; T2 *E. poeppigiana* 200 kg.N ha⁻¹; T3 *E. poeppigiana* 3000 kg.N ha⁻¹

4.2. Digestibilidad *in vitro*

4.2.1. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS)

La DIVMS presentó diferencias estadísticas ($P < 0,05$) entre la media de los tratamientos tanto en hojas como en tallos, siendo el mejor tratamiento para hoja el T3 (58,73%) y para los tallos los tratamientos T1, T0, T2 (58,82%; 58,37% y 56,85% respectivamente), (ver tabla 10).

Tabla 10. Digestibilidad (%) *in vitro* de la materia seca (DIVMS) de hojas y tallo de *E. poeppigiana* a diferentes dosis de Nitrógeno durante la época seca[†].

| Tratamientos | DIVMS | DIVMS |
|--------------|---------|---------|
| | Hojas | Tallos |
| T0 | 55,61 b | 58,37 a |
| T1 | 56,21 b | 58,82 a |
| T2 | 56,60 b | 56,85 a |
| T3 | 58,73 a | 45,15 b |
| EEM | 0,51 | 0,49 |
| Valor P | 0,0050 | 0,0001 |

^a Medias con letras distintas de columna difieren significativamente ($P < 0,05$); EEM: error estándar de las medias: †= digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

T0: *E. poeppigiana* 0 kg.N ha⁻¹; T1 *E. poeppigiana* 100 kg.N ha⁻¹; T2 *E. poeppigiana* 200 kg.N ha⁻¹; T3 *E. poeppigiana* 3000 kg.N ha⁻¹

4.2.2. Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO)

La DIVMO tanto en hojas como en tallos se evidencia diferencias estadísticas ($P < 0,05$) entre las medias de los tratamientos, siendo el mejor tratamiento para hojas el T3, (56,95%) y para el tallo el tratamiento T1 (56,93%), (ver tabla 11).

Tabla 11. Digestibilidad (%) *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) de hojas y tallo de *E. poeppigiana* a diferentes dosis de Nitrógeno durante la época seca†.

| Tratamientos | DIVMO | DIVMO |
|--------------|----------|----------|
| | Hojas | Tallos |
| T0 | 53,09 b | 55,17 ab |
| T1 | 54,43 ab | 56,93 a |
| T2 | 54,79 ab | 53,70 b |
| T3 | 56,95 a | 42,16 c |
| EEM | 0,64 | 0,60 |
| Valor P | 0,0085 | 0,0001 |

^a Medias con letras distintas de columna difieren significativamente ($P < 0,05$); EEM: error estándar de las medias: †= digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica.

T0: *E. poeppigiana* 0 kg.N ha⁻¹; T1 *E. poeppigiana* 100 kg.N ha⁻¹; T2 *E. poeppigiana* 200 kg.N ha⁻¹; T3 *E. poeppigiana* 3000 kg.N ha⁻¹

4.2.3. Digestibilidad *in vitro* de fibra detergente neutra (DIVFDN)

La DIVFDN tanto en las hojas como en taos se evidencia diferencias estadísticas ($P < 0,05$) entre las medias de los tratamientos, siendo el mejor tratamiento para hojas e T3 (47,41%) y para los tallos los tratamientos T1, T2 y T0 (59,91% 56,30% y 56,07% respectivamente), (ver tabla 12).

Tabla 12. Digestibilidad (%) *in vitro* de la fibra detergente neutra (DIVFDN) de hojas y tallo de *E. poeppigiana* a diferentes dosis de Nitrógeno durante la época seca†.

| Tratamientos | DIVFDN | DIVFDN |
|--------------|----------|---------|
| | Hojas | Tallos |
| T0 | 41,86 c | 56,07 a |
| T1 | 42,56 bc | 59,91 a |
| T2 | 44,67 b | 56,30 a |
| T3 | 47,41 a | 40,85 b |
| EEM | 0,54 | 0,49 |
| Valor P | 0,0001 | 0,0001 |

^a Medias con letras distintas de columna difieren significativamente ($P < 0,05$); EEM: error estándar de las medias: †= digestibilidad *in vitro* de fibra detergente neutra.

T0: *E. poeppigiana* 0 kg.N ha⁻¹; T1 *E. poeppigiana* 100 kg.N ha⁻¹; T2 *E. poeppigiana* 200 kg.N ha⁻¹; T3 *E. poeppigiana* 3000 kg.N ha⁻¹

4.2.4. Digestibilidad *in vitro* de fibra en detergente ácida (DIVFDA)

La DIVFDA tanto en hojas como en tallos se evidencia diferencias estadísticas ($P < 0,05$) entre las medias de los tratamientos, siendo el mejor tratamiento para hojas el T3 (24,23%) y para los tallos los tratamientos T0 y T2 (47,69% y 45,65% respectivamente), (ver tabla 13).

Tabla 13. Digestibilidad (%) *in vitro* de la fibra detergente ácida (DIVFDA) de hojas y tallo de *E. poeppigiana* a diferentes dosis de Nitrógeno durante la época seca†.

| Tratamientos | DIVFDA | DIVFDA |
|--------------|---------|----------|
| | Hojas | Tallos |
| T0 | 13,84 b | 47,69 a |
| T1 | 12,70 b | 45,34 b |
| T2 | 15,63 b | 45,65 ab |
| T3 | 24,23 a | 26,94c |
| EEM | 0,70 | 0,56 |
| Valor P | 0,0001 | 0,0001 |

^a Medias con letras distintas de columna difieren significativamente ($P < 0,05$); EEM: error estándar de las medias: †= digestibilidad *in vitro* de fibra detergente ácida.

T0: *E. poeppigiana* 0 kg.N ha⁻¹; T1 *E. poeppigiana* 100 kg.N ha⁻¹; T2 *E. poeppigiana* 200 kg.N ha⁻¹; T3 *E. poeppigiana* 3000 kg.N ha⁻¹

4.3. Producción de gas *in vitro* de la materia seca (PGIVMS)

4.3.1. Producción de gas *in vitro* de materia seca en hojas.

La asíntota de producción de gas (B), registró diferencias estadísticas ($P < 0,05$), sin embargo, la tasa de producción (c) no registró diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre las medias de los tratamientos (ver tabla 14).

Tabla 14. Producción de gas *in vitro* de la materia seca (PGIMS) de hojas de *E. poeppigiana* a diferentes dosis de Nitrógeno durante la época seca.

| Producción de gas <i>in vitro</i> (mL /g MS) | | | |
|--|----------|----------|--------|
| Tratamientos | PG | B | c |
| T0 | 543,93 a | 24,99 b | 0,90 a |
| T1 | 306,73 b | 38,48 ab | 0,83 a |
| T2 | 305,63 b | 41,53 a | 0,83 a |
| T3 | 304,30 b | 43,55 a | 0,79 a |
| EEM | 8,82 | 3,38 | 0,03 |
| Valor P | 0,0001 | 0,0160 | 0,1455 |

^{abcd} Medias con letras distintas dentro de columna difieren significativamente ($P < 0,05$);

EEM: error estándar de la media.

T0: *E. poeppigiana* 0 kg.N ha⁻¹; **T1** *E. poeppigiana* 100 kg.N ha⁻¹; **T2** *E. poeppigiana* 200 kg.N ha⁻¹; **T3** *E. poeppigiana* 3000 kg.N ha⁻¹

Producción de gas *in vitro* (PG) [(MI CH₄ y CO₂)], la asíntota de producción de gas (B) y la tasa de producción de gas (c): los parámetros se ajustaron a la ecuación = $GV (1 + (B/t) C)^{-1}$.

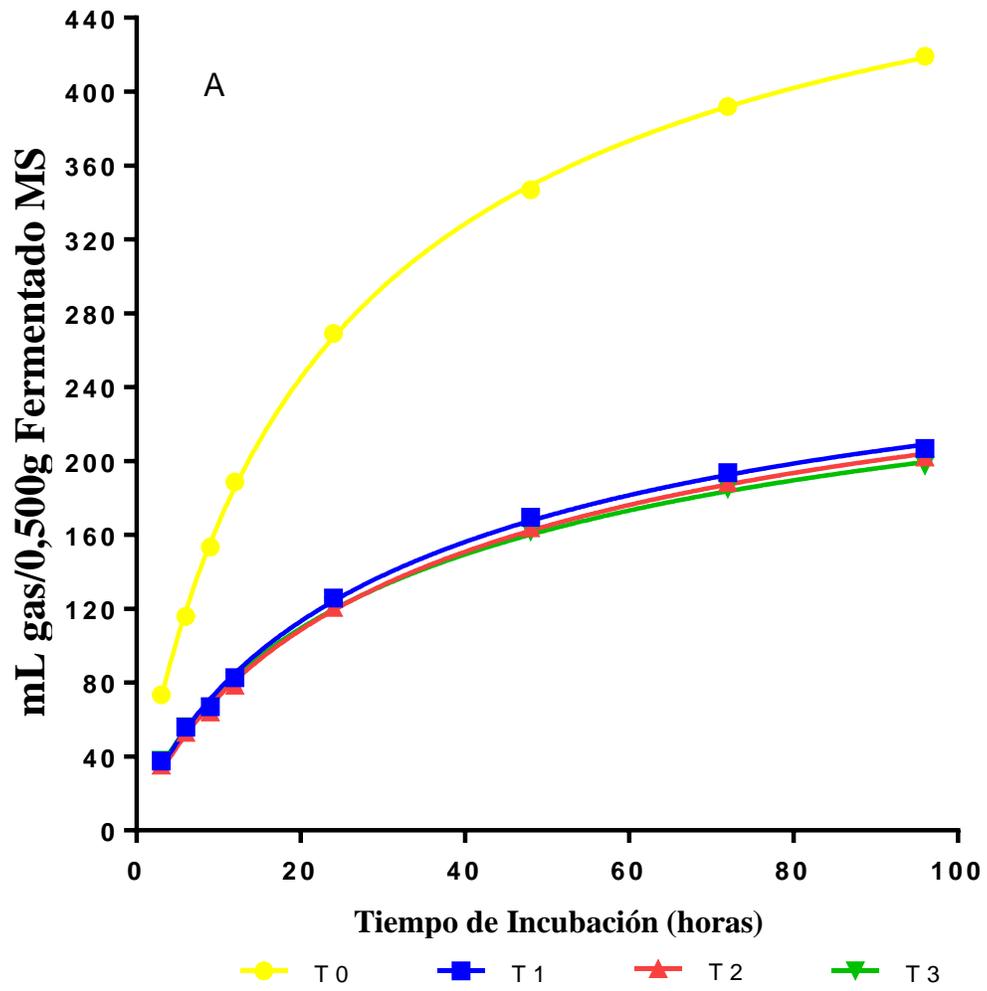


Figura 1. Producción de gas in vitro de hojas de *E. poeppigiana* a diferentes dosis de Nitrógeno durante la época seca.

4.3.2. Producción de gas *in vitro* de materia seca en tallos

La asíntota de producción de gas (B), la tasa de producción (c) no se evidencia diferencias estadísticas ($P>0,05$) entre las medias de los tratamientos, (ver tabla 15).

Tabla 15. Producción de gas *in vitro* de la materia seca (PGIMS) de hojas de *E. poeppigiana* a diferentes dosis de Nitrógeno durante la época seca.

| Producción de gas <i>in vitro</i> (mL/ g MS) | | | |
|--|----------|---------|--------|
| Tratamientos | PG | B | c |
| T0 | 350,13 a | 30,85 a | 0,94 a |
| T1 | 323,00 a | 36,31 a | 0,81 a |
| T2 | 336,45 a | 37,77 a | 0,76 a |
| T3 | 384,00 a | 44,35 a | 0,81 a |
| EEM | 39,97 | 5,43 | 0,05 |
| Valor P | 0,7356 | 0,4075 | 0,0932 |

^{abcd} Medias con letras distintas dentro de columna difieren significativamente ($P>0,05$);

EEM: error estándar de la media.

T0: *E. poeppigiana* 0 kg.N ha⁻¹; **T1** *E. poeppigiana* 100 kg.N ha⁻¹; **T2** *E. poeppigiana* 200 kg.N ha⁻¹; **T3** *E. poeppigiana* 3000 kg.N ha⁻¹

Producción de gas *in vitro* (PG) [(MI CH₄ y CO₂)], la asíntota de producción de gas (B) y la tasa de producción de gas (c): los parámetros se ajustaron a la ecuación = $GV (1+(B/t) C)^{-1}$.

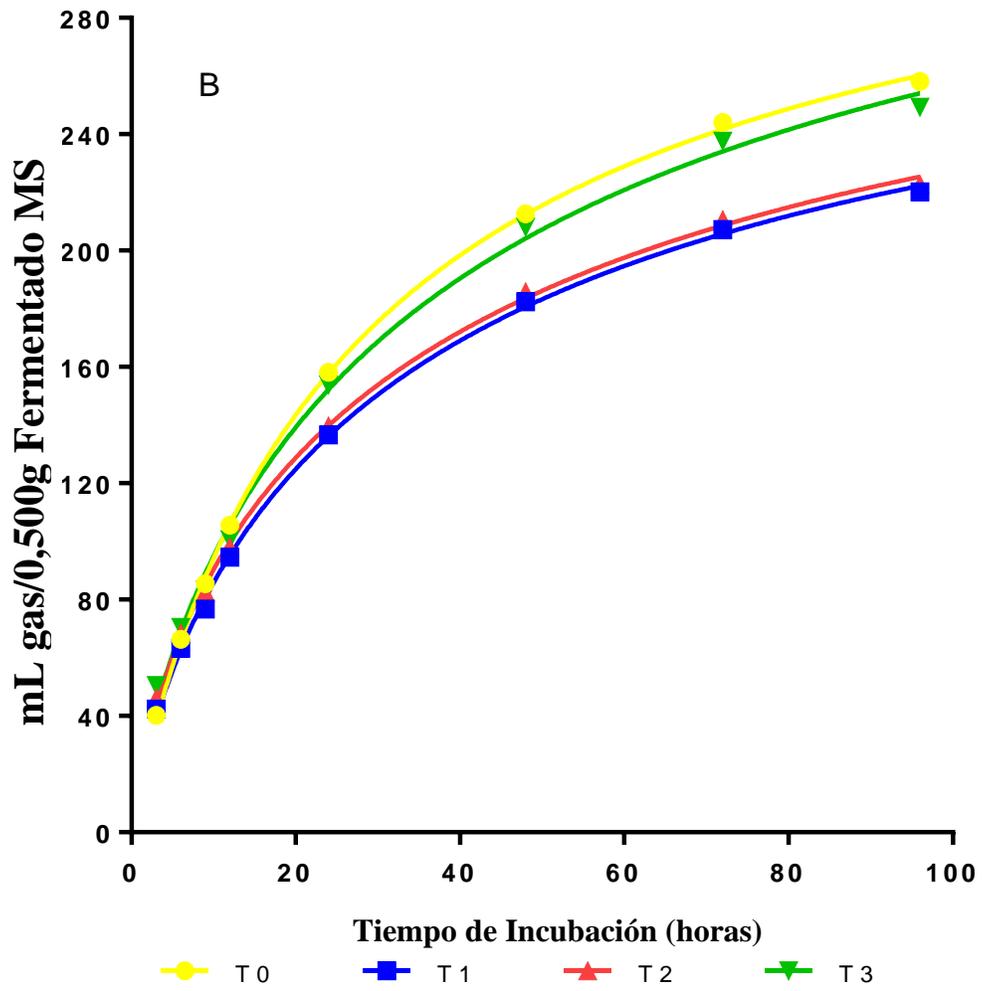


Figura 2. Producción de gas in vitro de tallos de *E. poeppigiana* a diferentes dosis de Nitrógeno durante la época seca.

Discusión

La composición de la MS encontrado en este estudio fueron superiores a los valores obtenidos por Romero (40) con promedios de 19,33% en el estudio de efecto de la fertilización inorgánica en el valor nutricional *in vitro* de la *Erythrina poeppigiana*. Los porcentajes de MS mostraron un incremento a medida que se le aumento la dosis de fertilización y esto se debe al mayor aporte de nitrógeno concordando con Bottaro y Zabala (41) que el uso del nitrógeno en situaciones de producción de forraje es una herramienta útil de manejo que no solo permite modificar la distribución del forraje si no que a su vez cubre de forma parcial las deficiencias del mismo. Gastal *et al* (42) menciona también que los efectos que proporciona la fertilización nitrogenada sobre la producción de forraje en base a su estacionalidad están asociados a la capacidad que tienen de promover la producción de materia seca y así formar cambios fenológicos y florísticos.

La materia orgánica (MO) presentado en este estudio muestra resultados inferiores en base a la investigación de Romero (40) en el cual la variable materia orgánica no presento diferencias estadísticas obteniendo un resultado de 91,88% en el tratamiento testigo cuando estudio el efecto de la fertilización inorgánica en el valor nutricional *in vitro* de la *Erythrina poeppigiana*. Díaz (43) reporta que la materia orgánica no se vio afectada por la edad o el periodo de corte de la caraca pero a los 45 días de cosecha se obtuvieron mayores resultados (90,99%) lo cual tiene cierta similitud con los datos de esta investigación tomando en cuenta que en la investigación sobre la composición química, degradabilidad y cinética ruminal *in situ* de la *Erythrina poeppigiana* en diferentes periodos de corte no realizo fertilización.

En el contenido de PC, los resultados obtenidos en esta investigación son inferiores a los obtenidos por Romero (40) quien posee un promedio de 24.03% de PC en el estudio sobre el efecto de la fertilización inorgánica en el valor nutricional *in vitro* de la *Erythrina poeppigiana* concordando también con Cerdas (44) el cual en su estudio sobre el comportamiento productivo del pasto maralfalfa con varias dosis de fertilización nitrogenada en donde presentaron

diferencias significativas mediante la fertilización con el nitrógeno la cual produjo un fuerte aumento en la producción de proteína por hectárea.

En base a la variable de fibra detergente neutra (FDN) los resultados obtenidos son inferiores a los reportados por Romero (40) que en su investigación obtuvo un valor de 55,31% lo cual la diferencia de estos datos puede darse por el tiempo en que se realizaron ambas investigaciones. Sin embargo Díaz (43) registró a los 75 días de edad un valor superior de 59,60% tomando en cuenta que en su investigación no uso fertilización inorgánica. Mientras que Zambrano (45) reporta en su investigación sobre Potencial forrajero y valorización nutritiva de los pastos *Brachiaria decumbens* y *Tanzania* con diferentes niveles de fertilización nitrogenada en donde al fertilizar con nitrógeno las plantas presentaron resultados superiores de 74,25% el cual al ser una especie distinta y la dosis empleada presenta esta diferencia con nuestro estudio.

La fibra detergente acida (FDA) presento valores altos en los tallos, Romero (40) reporta en su investigación valores inferiores por lo que el resultado mayor se presentó en el tratamiento 3 con 38,15%. Por su parte Arevalo (46) en la composición bromatológica de *T. diversifolia* a cuatro dosis de nitrógeno durante la época seca obtuvo un promedio de 40,62%. Mientras que Díaz (43) obtuvo un valor de 34,97%. García (47) menciona que en su investigación en base a la composición química del *Erythrina* en el valle interandino de Abancay a los 120 días de rebrote para la FDA fue de 35,9%.

En lo que respecta a los valores obtenidos de la digestibilidad in vitro no se halló diferencias significativas en las variables. La digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) según los análisis de esta investigación fueron inferiores a los reportados por Romero (40) que presento valores promedios de 61,79% cuando estudio el efecto de la fertilización inorgánica en el valor nutricional de *E. poeppigiana*, mientras que Navarro y Villalobos (48) en su investigación sobre la evaluación de tres fórmulas de nitrógeno a dos altitudes en el impacto de

las características agronómicas del forraje ryegrass anual, presento un promedio superior de 86%.

En lo que respecta a la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) según los análisis de esta investigación fueron inferiores a los reportados por Romero (40) quien en su investigación sobre el efecto de la fertilización en la *E. poeppigiana* obtuvo un valor de digestibilidad de 59,22%. Arevalo (46) quien en su investigación sobre la composición bromatológica de *T. diversifolia* a cuatro dosis de nitrógeno durante la época seca obtuvo un promedio de 63,73%.

La digestibilidad *in vitro* de la fibra detergente neutra (DIVFDN) determinó que los resultados obtenidos fueron similares a los reportados por Romero (40) en su investigación sobre el efecto de la fertilización en la *E. poeppigiana* obtuvo un valor promedio de digestibilidad de 57,86%, mientras que Arevalo (46) en su investigación sobre la composición bromatológica de a cuatro dosis de nitrógeno durante la época seca obtuvo un promedio mayor de 64,06% al fertilizarla con 60 g de urea 16 g, sulfato de magnesio 7g cloruro de K 20 g DAP 5 g y nitrato de calcio 13 g.

En esta investigación de la digestibilidad *in vitro* de la fibra neutra acida (DIVFDA) los valores obtenidos fueron superiores a los presentados por Romero (40) sobre el efecto de la fertilización en la *E. poeppigiana* al usar 100 kg N ha⁻¹ corte-1 (urea 16 g; sulfato de magnesio 7 g; cloruro de K 20 g; DAP 5 g y nitrato de calcio 13 g) obtuvo un valor promedio de digestibilidad de 41,69%, sin embargo, Arevalo (46) al fertilizar la *T. diversifolia* con 60 g de urea 16 g, sulfato de magnesio 7g cloruro de K 20 g DAP 5 g y nitrato de calcio 13 g obtuvo un promedio de 55,03%.

En la producción de gas *in vitro* de la materia seca (PGIVMS) los resultados obtenidos en hojas tiene diferencias con los datos reportados por Navarro y Villalobos (48) en su investigación sobre la evaluación de tres fórmulas de nitrógeno en el forraje ryegrass la producción acumulada de gas *in vitro* mostro aumento en la localidad de 2800 msnm obteniendo un promedio de 120 mL g/Ms al fertilizar con urea, mientras que Rodríguez Tuz (49) en su investigación del rendimiento, composición química y producción de gas *in vitro* de morus alba en donde la hoja fermentada en condiciones *in vitro* y cosechada en época de lluvia produce un mayor volumen de gas de 147,3 mL g/Ms incubada, mientras que en la época seca obtuvo un volumen de 191,8 mL g/Ms incubada apreciándose que es mayor al volumen obtenido en la época lluviosa posiblemente a que estas presentan mayor grado de lignificación. Estos datos se diferencian debido a la especie y que no poseían fertilización inorgánica.

La aplicación en exceso de los fertilizantes nitrogenados es decir cuando son aplicados al forraje de manera que sobrepase a sus necesidades nutricionales puede ocurrir un desperdicio de nutrientes como lo menciona González (50) que el nitrógeno es considerado como uno de los nutrientes principales, siendo este una limitante en la productividad agrícola ya que se conoce que el nitrógeno es el constituyente principal de enzimas, proteínas, ADN y clorofila en donde su uso excesivo puede provocar la euforización, acidificación y toxicidad tanto del forraje como del suelo.

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- En cuanto a la composición bromatológica de la MS, MO, FDN y FDA no hubo diferencias estadísticas, mientras que en la PC presento diferencias estadísticas en las hojas en el Tratamiento T2 a diferencia de los tallos en donde no se presentaron diferencias estadísticas.
- El tratamiento T3 presento la mejor digestibilidad de la materia seca y materia orgánica en las hojas, mientras que para los tallos la mejor digestibilidad de la materia seca y materia orgánica la presento e tratamiento T1. Así mismo en el tratamiento T3 presento mejor digestibilidad de la FDN y FDA en las hojas, mientras que para los tallos la mejor digestibilidad de FDN la presento en el tratamiento T1 y la FDA en el tratamiento testigo.
- La producción de gas *in vitro* de la materia seca en hoja presento medicaciones por el efecto de los niveles de fertilización nitrogenada en el tratamiento T1. No siendo así para los tallos, en el cual no hubo modificación a mediad que se administró las dosis de fertilización.

Recomendaciones

En base al estudio realizado se puede recomendar que:

- Evaluar la fertilización nitrogenada en la *E. poeppigiana* en la época de lluvia para determinar las diferencias que existen con la época seca.
- Evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada en la producción en monogástricos y poligástricos.
- Evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada en base a la reducción de la contaminación ambiental por el uso excesivo de fertilizantes.
- Evaluar distintas dosis de nitrógeno siempre y cuando estas no sean mayores a 100 kg ha⁻¹ para conocer si existen resultados variables con otras investigaciones.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

1. Vivas BM. Alternativas de alimentacion de rumiantes en el tropico ecuatoriano. In Vivas BM.. Guayaquil-Ecuador: Grupo Compos; 2021. p. 8-10.
2. Vasquez MG. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar>. [Online].; 2010. Available from: <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/2122/Vasquez-Maria-Cap1-4.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.
3. Hilario RF. Importancia y ventajas de Erythrina sp. en sistemas agroforestales. Revista La Molina. 2010; 23(1).
4. Melgar OdJP. <https://repositorio.catie.ac.cr/>. [Online].; 1986. Available from: [https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4270/Utilizacion del follaje de po ro.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4270/Utilizacion%20del%20follaje%20de%20po.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
5. Soto S, Rodríguez J, Russo R. DIGESTIBILIDAD IN VITRO EN FORRAJES TROPICALES A DIFERENTES EDADES DE REBROTE. Tierra Tropical. 2009; 5(1).
6. Perez JO, Martinez Hernandez P, Rojas Hernandez S, Jimenez Guillen R. Uso de las leguminosas arbustivas en los sistema de produccion animal en el tropico. REDVET. 2005 Mayo; VI(5).
7. Izaguirre F, Martinez T. El uso de arboles multipropósitos como alternativas para la produccion animal sostenible. [Online].; 2008. Available from: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4835697>. 2008.
8. Moran JS. Establecimientos de leguminosas arbustivas en un sistema pastoral. [Online].; 2017. Available from: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4129/1/UTC-PIM-000045.pd>.
9. Fabiola HED, Ramos Juarez , Gonzalez Garduño , Lagunes Espinoza LdC, Lopez Herrera A, Olivia Hernandez. Consumo de follaje de Erythrina americana Miller en ovejas Blackbelly x Pelibuey. Rev. Mex. de Ciencia. Pecuarias. 2020 Junio ; 11(1).

10. Tamayo E. Aporte de nutrientes utilizando tres leguminosas arbustivas en el cultivo de cacao (Theobroma cacao). [Online].; 2010. Available from: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4129/1/UTC-PIM-000045.pdf>.
11. J G, M G. Anatomía y Fisiología del aparato digestivo de los rumiantes. [Online].; 2017. Available from: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/02-anatomia_fisiologia_digestivo.pdf.
12. Martinez F. Leguminosas Forrajeras. [Online].; 2022. Available from: <https://infopastosyforrajes.com/las-leguminosas/#:~:text=ordinarios%20de%20gram%C3%ADneas.-,Definici%C3%B3n%20de%20leguminosas%20arbustivas,de%20alimento%20a%20los%20bovinos.>
13. Escobar P, Etcheverría P, Vial M, Daza J. <https://biblioteca.inia.cl>. [Online].; 2020. Available from: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/3982/Informativo%20INIA%20N%C2%B0%20119?sequence=1&isAllowed=y>.
14. Bautista JI, Arévalo Hernández J. Determinación de la materia orgánica del suelo (MOS) por el método químico y por calcinación. Revista Ingeniería y Región. 2021 Diciembre; 26: p. 20-28.
15. INTAGRI. [Online].; 2018. Available from: <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/valor-nutritivo-de-los-forrajes-y-su-relacion-con-la-nutricion-proteica#:~:text=La%20prote%C3%ADna%20cruda%20de%20los,peque%C3%B1as%20cantidades%20de%20nitr%C3%B3geno%20lignificado.>
16. Luna G. Obtencion de Balanceado a partir de los desechos de la maracuyá (passiflora edulis) para el ganado vacuno. 2014;; p. 8.

17. Tilley J, Terry R. COMPARACION DE LAS TÉCNICAS in situ, in vitro YENZIMÁTICA (CELULASA) PARA ESTIMAR LA DIGESTIBILIDAD DE FORRAJES EN OVINOS. Revista Investigacion Veterinarias del Perú. 2009; 20(1).
18. Carpenter M. www.ehowenespanol.com. [Online].; 2021. Available from: https://www.ehowenespanol.com/diferencias-fibra-detergente-acida-fibra-detergente-neutra-info_279593/.
19. Forratec. www.agritotal.com. [Online].; 2015. Available from: <https://www.agritotal.com/nota/forrajes-de-calidad/>.
20. Crosby Galván & RM. TÉCNICA DE PRODUCCIÓN DE GAS in vitro PARA ESTIMAR LA PRODUCCIÓN DE METANO. Agroproductividad. 2018 Febrero; 11(2).
21. Mestanza JV, B. La Costa produce el 70% de la carne de res. El Comercio. 2015.
22. Russo A. Erythrina poeppigiana. [Online].; 1983. Available from: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/a0008s/a0008s15.pdf>.
23. L V, D M, A J. Actualidad en la investigación y perspectiva de desarrollo científico. [Online].; 2019. Available from: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/PAST2018.pdf.
24. Fernando Valencia JBHMeaPS. [Online].; 2016. Available from: <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/702/1/avt0464.pdf;Erythrina>.
25. Universidad Francisco Marroquín. [Online].; 2016. Available from: <https://arboretum.ufm.edu/plantas/erythrina-poeppigiana/#:~:text=Es%20un%20C3%A1rbol%20que%20bota,peque%C3%B1os%20que%20en%20C3%A1rboles%20grandes>.
26. Barrance A, Beer J, Chamberlain D, Cordero J, Detlefsen G, Finegan B, et al. Árboles de Centroamérica: un Manual para Extensionistas. [Online].; 2003. Available from: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/9730>.

27. Rubanza. Effects of Acacia nilotica, Acacia polyacantha and Leucaena leucocephala. native pasture hay basal forages. Small Ruminant. 2007; 70(2-3).
28. Abanto VAA. <https://repositorio.concytec.gob.pe/>. [Online].; 2005. Available from: <https://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2152>.
29. Roa M.L: Céspedes DA, Muñoz J. Evaluación Nutricional de tres especies de Arboles Forrajeros en Bovinos. Revista Acovez. s.f; 24(2).
30. Gonzalez M&. Nutri New. [Online].; 2019 [cited 2019 Octubre 31. Available from: <https://nutricionanimal.info/mejorar-fertilizacion-nitrogenada-en-pastos-de-forraje-para-rumiantes/>.
31. Fabian M. Leguminosas Forrajeras. [Online].; 2022. Available from: <https://infopastosyforrajes.com/las-leguminosas/#:~:text=ordinarios%20de%20gram%C3%ADneas.-.Definici%C3%B3n%20de%20leguminosas%20arbusivas,de%20alimento%20a%20los%20bovinos.>
32. Cerdas R. Extracción de nutrientes y productividad del botón de oro (tithonia diversifolia) con varias dosis de fertilización nitrogenada. Revista Electrónica de las Sedes Regionales de la Universidad de Costa Rica. 2018 Junio; 19(39).
33. Botero J,GA,&BM. Rendimiento, parámetros agronómicos y calidad nutricional de la Tithonia diversifolia con base en diferentes niveles de fertilización. Revista mexicana de ciencias pecuarias. 2003 Septiembre; 10(3).
34. INIAP. HYPERLINK "Estación Experimental Tropical Pichiñingue". Laboratorio de suelos, tejidos vegetales y agua. Km 5 carretera Quevedo - El Empalme- Ecuador. 2016.
35. Toledo, M., Schultze-Kraft. <https://cgspace.cgiar.org/>. [Online].; 1982. Available from: https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/54148/Manual_Evaluacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
36. Sanchez. Composición química y degradabilidad ruminal in situ Quevedo; 2016.

37. Ganchozo J. Composición química del ensilaje de pasto; 2019.
38. Marco. Estimación de la calidad de los forrajes; 2011.
39. Theodorou, M. William, B., Dhanoa, M., McCallan, A., & Gill, M. Estimation of kinetic parameter associated with the digestibility of tropical forages using a new in vitro gas production procedure. *Animal Production in Developing Countries*. 1993;(16): p. 16-224.
40. Romero Moran JE. Efecto de la fertilización inorgánica en el valor nutricional in vitro de la *Erythrina poeppigiana*. [Online].; 2021 [cited 2022 Agosto 24. Available from: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6559/1/T-UTEQ-310.pdf>.
41. Bottaro C, Zabala F. Efecto de la fertilización mineral NPK en la producción de forraje de algunas pasturas naturales del Uruguay. Montevideo, Facultad de Agronomía. [Online].; 1973 [cited 2022 Agosto 24.
42. Gastal F, Lemaire G, Lestienne F. Defoliation, shoot plasticity sward structure and herbage utilization.. In *Simposio em Ecofisiologia das Pastagem e Ecologia do Pastejo*. ; 2004; Curitiba.
43. Díaz Romero. “Composición química, degradabilidad y cinética ruminal in situ de la caraca (*Erythrina poeppigiana*) en diferentes periodos de corte”. [Online].; 2019 [cited 2022 Septiembre 05. Available from: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3721/1/T-UTEQ-0027.pdf>.
44. Cerdas-Ramírez R. Comportamiento productivo del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) Con varias dosis de fertilización nitrogenada. *InterSedes*. 2015 Abril; 6(33).
45. Zambrano Mejía. Potencial forrajero y valorización nutritiva de los pastos *brachiaria decumbens* y *tanzania* con diferentes niveles de fertilización nitrogenada. [Online].; 2016 [cited 2022 Septiembre 05. Available from: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4726/1/20T00711.pdf>.
46. Arevalo Vilela. Composición química, digestibilidad y degradación ruminal In vitro del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) a diferentes dosis de Nitrógeno. [Online].; 2021 [cited

- 2022 Septiembre 05. Available from:
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6552/1/T-UTEQ-303.pdf>.
47. Garcia G. Uso de la Erythrina sp en los sistemas de alimentacion. [Online].; 2014 [cited 2022 Septiembre 05. Available from:
<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1915/Garcia%20Balbin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
48. Navarro L, Villalobos L. Evaluación de tres fórmulas de nitrógeno a dos altitudes, en el impacto de las características agronómicas del forraje ryegrass anual (*Lolium multiflorum*) variedad Jumbo. [Online].; 2012 [cited 2022 Septiembre 07. Available from:
https://www.researchgate.net/profile/Luis-Villalobos-11/publication/328429847_Evaluacion_de_tres_formulas_de_nitrogeno_a_dos_altitudes_en_el_impacto_de_las_caracteristicas_agronomicas_del_forraje_ryegrass_anual_Lolium_multiflorum_variedad_Jumbo/links/5ce2.
49. Rodríguez Tuz F. Rendimiento, composición química y producción de gas in vitro de morus alba en el tropico. [Online].; 2019 [cited 2022 Septiembre 07. Available from:
https://conkal.tecnm.mx/images/POSGRADO_NEW/REPOSITORIO%20INSTITUCIONAL%20DE%20TESIS%20Y%20TRABAJO%20TERMINAL/2017-2019_Jos%C3%A9%20Rodr%C3%ADguez%20Tuz.pdf.
50. González P. Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes. Asesoría Técnica Parlamentaria. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile; 2019. Report No.: N° SUP: 118.959.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Análisis de la varianza hojas

MS

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| MS | 16 | 0.20 | 0.00 | 11.66 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo | 12.89 | 3 | 4.30 | 0.99 | 0.4322 |
| TRATAMIENTO | 12.89 | 3 | 4.30 | 0.99 | 0.4322 |
| Error | 52.33 | 12 | 4.36 | | |
| Total | 65.23 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.38414

Error: 4.3612 gl: 12

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|--------------|--------|---|--------|
| CARACA 300 N | 19.18 | 4 | 1.04 A |
| CARACA 200 N | 18.25 | 4 | 1.04 A |
| CARACA 100 N | 17.45 | 4 | 1.04 A |
| CARACA 0 N | 16.77 | 4 | 1.04 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

MO

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| MO | 16 | 0.12 | 0.00 | 0.61 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo | 0.52 | 3 | 0.17 | 0.55 | 0.6553 |
| TRATAMIENTO | 0.52 | 3 | 0.17 | 0.55 | 0.6553 |
| Error | 3.76 | 12 | 0.31 | | |
| Total | 4.28 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.17479

Error: 0.3132 gl: 12

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|--------------|--------|---|--------|
| CARACA 0 N | 91.43 | 4 | 0.28 A |
| CARACA 300 N | 91.24 | 4 | 0.28 A |
| CARACA 100 N | 91.05 | 4 | 0.28 A |
| CARACA 200 N | 90.96 | 4 | 0.28 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

PC

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| PC | 16 | 0.55 | 0.43 | 8.93 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|--------|----|-------|------|---------|
| Modelo | 54.87 | 3 | 18.29 | 4.83 | 0.0198 |
| TRATAMIENTO | 54.87 | 3 | 18.29 | 4.83 | 0.0198 |
| Error | 45.43 | 12 | 3.79 | | |
| Total | 100.30 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.08466

Error: 3.7857 gl: 12

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|--------------|--------|---|------|-----|
| CARACA 200 N | 23.70 | 4 | 0.97 | A |
| CARACA 100 N | 22.64 | 4 | 0.97 | A B |
| CARACA 300 N | 22.09 | 4 | 0.97 | A B |
| CARACA 0 N | 18.75 | 4 | 0.97 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

FDN

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| FDN | 16 | 0.19 | 0.00 | 3.93 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo | 9.25 | 3 | 3.08 | 0.91 | 0.4637 |
| TRATAMIENTO | 9.25 | 3 | 3.08 | 0.91 | 0.4637 |
| Error | 40.54 | 12 | 3.38 | | |
| Total | 49.79 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.85848

Error: 3.3781 gl: 12

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|--------------|--------|---|------|---|
| CARACA 300 N | 48.06 | 4 | 0.92 | A |
| CARACA 200 N | 46.62 | 4 | 0.92 | A |
| CARACA 100 N | 46.45 | 4 | 0.92 | A |
| CARACA 0 N | 46.05 | 4 | 0.92 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

FDA

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| FDA | 16 | 0.36 | 0.20 | 5.94 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo | 21.21 | 3 | 7.07 | 2.23 | 0.1376 |
| TRATAMIENTO | 21.21 | 3 | 7.07 | 2.23 | 0.1376 |
| Error | 38.10 | 12 | 3.17 | | |
| Total | 59.31 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.74052

Error: 3.1747 gl: 12

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|--------------|--------|---|------|---|
| CARACA 300 N | 31.94 | 4 | 0.89 | A |
| CARACA 0 N | 29.68 | 4 | 0.89 | A |
| CARACA 200 N | 29.26 | 4 | 0.89 | A |
| CARACA 100 N | 29.06 | 4 | 0.89 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza tallos

MS

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| MS | 16 | 0.29 | 0.12 | 7.61 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo | 9.91 | 3 | 3.30 | 1.65 | 0.2296 |
| TRATAMIENTO | 9.91 | 3 | 3.30 | 1.65 | 0.2296 |
| Error | 23.98 | 12 | 2.00 | | |
| Total | 33.89 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.96762

Error: 1.9983 gl: 12

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|--------------|--------|---|--------|
| CARACA 300 N | 19.89 | 4 | 0.71 A |
| CARACA 200 N | 18.34 | 4 | 0.71 A |
| CARACA 100 N | 18.20 | 4 | 0.71 A |
| CARACA 0 N | 17.83 | 4 | 0.71 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

MO

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| MO | 16 | 0.35 | 0.18 | 1.75 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo | 16.41 | 3 | 5.47 | 2.12 | 0.1513 |
| TRATAMIENTO | 16.41 | 3 | 5.47 | 2.12 | 0.1513 |
| Error | 31.00 | 12 | 2.58 | | |
| Total | 47.42 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.37431

Error: 2.5835 gl: 12

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|--------------|--------|---|--------|
| CARACA 300 N | 93.65 | 4 | 0.80 A |
| CARACA 100 N | 91.94 | 4 | 0.80 A |
| CARACA 200 N | 91.19 | 4 | 0.80 A |
| CARACA 0 N | 91.16 | 4 | 0.80 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

PC

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| PC | 16 | 0.37 | 0.21 | 10.68 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo | 12.24 | 3 | 4.08 | 2.32 | 0.1272 |
| TRATAMIENTO | 12.24 | 3 | 4.08 | 2.32 | 0.1272 |
| Error | 21.12 | 12 | 1.76 | | |
| Total | 33.36 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.78486

Error: 1.7597 gl: 12

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|--------------|--------|---|--------|
| CARACA 100 N | 13.75 | 4 | 0.66 A |
| CARACA 200 N | 12.66 | 4 | 0.66 A |
| CARACA 300 N | 11.67 | 4 | 0.66 A |
| CARACA 0 N | 11.59 | 4 | 0.66 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

FDN

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| FDN | 16 | 0.11 | 0.00 | 7.60 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|--------|----|-------|------|---------|
| Modelo | 29.40 | 3 | 9.80 | 0.50 | 0.6878 |
| TRATAMIENTO | 29.40 | 3 | 9.80 | 0.50 | 0.6878 |
| Error | 234.13 | 12 | 19.51 | | |
| Total | 263.53 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=9.27302

Error: 19.5111 gl: 12

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|--------------|--------|---|--------|
| CARACA 200 N | 59.98 | 4 | 2.21 A |
| CARACA 100 N | 58.34 | 4 | 2.21 A |
| CARACA 300 N | 57.87 | 4 | 2.21 A |
| CARACA 0 N | 56.18 | 4 | 2.21 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

FDA

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| FDA | 16 | 0.06 | 0.00 | 10.05 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|--------|----|-------|------|---------|
| Modelo | 17.02 | 3 | 5.67 | 0.27 | 0.8449 |
| TRATAMIENTO | 17.02 | 3 | 5.67 | 0.27 | 0.8449 |
| Error | 250.90 | 12 | 20.91 | | |
| Total | 267.92 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=9.59932

Error: 20.9083 gl: 12

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|--------------|--------|---|--------|
| CARACA 200 N | 46.87 | 4 | 2.29 A |
| CARACA 0 N | 45.90 | 4 | 2.29 A |
| CARACA 300 N | 45.11 | 4 | 2.29 A |
| CARACA 100 N | 44.06 | 4 | 2.29 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza digestibilidad de hojas

MS

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| MS | 16 | 0.64 | 0.55 | 1.78 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo | 22.17 | 3 | 7.39 | 7.21 | 0.0050 |
| TRATAMIENTO | 22.17 | 3 | 7.39 | 7.21 | 0.0050 |
| Error | 12.30 | 12 | 1.03 | | |
| Total | 34.47 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.12546

Error: 1.0250 gl: 12

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|--------------|--------|---|--------|
| CARACA 300 N | 58.73 | 4 | 0.51 A |
| CARACA 200 N | 56.60 | 4 | 0.51 B |
| CARACA 100 N | 56.21 | 4 | 0.51 B |
| CARACA 0 N | 55.61 | 4 | 0.51 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

MO

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| MO | 16 | 0.61 | 0.51 | 2.33 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-------|----|-------|------|---------|
| Modelo | 30.67 | 3 | 10.22 | 6.25 | 0.0085 |
| TRATAMIENTO | 30.67 | 3 | 10.22 | 6.25 | 0.0085 |
| Error | 19.64 | 12 | 1.64 | | |
| Total | 50.31 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.68547

Error: 1.6364 gl: 12

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|--------------|--------|---|----------|
| CARACA 300 N | 56.95 | 4 | 0.64 A |
| CARACA 200 N | 54.79 | 4 | 0.64 A B |
| CARACA 100 N | 54.43 | 4 | 0.64 A B |
| CARACA 0 N | 53.09 | 4 | 0.64 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

FDN

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| FDN | 16 | 0.84 | 0.80 | 2.46 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-------|----|-------|-------|---------|
| Modelo | 74.84 | 3 | 24.95 | 21.13 | <0.0001 |
| TRATAMIENTO | 74.84 | 3 | 24.95 | 21.13 | <0.0001 |
| Error | 14.17 | 12 | 1.18 | | |
| Total | 89.01 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.28101

Error: 1.1806 gl: 12

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|--------------|--------|---|------|-----|
| CARACA 300 N | 47.41 | 4 | 0.54 | A |
| CARACA 200 N | 44.67 | 4 | 0.54 | B |
| CARACA 100 N | 42.56 | 4 | 0.54 | B C |
| CARACA 0 N | 41.86 | 4 | 0.54 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

FDA

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| FDA | 16 | 0.93 | 0.92 | 8.42 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|--------|----|--------|-------|---------|
| Modelo | 327.94 | 3 | 109.31 | 55.95 | <0.0001 |
| TRATAMIENTO | 327.94 | 3 | 109.31 | 55.95 | <0.0001 |
| Error | 23.44 | 12 | 1.95 | | |
| Total | 351.39 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.93437

Error: 1.9537 gl: 12

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|--------------|--------|---|------|---|
| CARACA 300 N | 24.23 | 4 | 0.70 | A |
| CARACA 200 N | 15.63 | 4 | 0.70 | B |
| CARACA 0 N | 13.84 | 4 | 0.70 | B |
| CARACA 100 N | 12.70 | 4 | 0.70 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza digestibilidad tallos

MS

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| MS | 16 | 0.98 | 0.97 | 1.80 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|--------|----|--------|--------|---------|
| Modelo | 504.82 | 3 | 168.27 | 172.96 | <0.0001 |
| TRATAMIENTO | 504.82 | 3 | 168.27 | 172.96 | <0.0001 |
| Error | 11.67 | 12 | 0.97 | | |
| Total | 516.49 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.07070

Error: 0.9729 gl: 12

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|--------------|--------|---|------|---|
| CARACA 100 N | 58.82 | 4 | 0.49 | A |
| CARACA 0 N | 58.37 | 4 | 0.49 | A |
| CARACA 200 N | 56.85 | 4 | 0.49 | A |
| CARACA 300 N | 45.15 | 4 | 0.49 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

MO

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| MO | 16 | 0.97 | 0.96 | 2.30 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|--------|----|--------|--------|---------|
| Modelo | 536.18 | 3 | 178.73 | 125.39 | <0.0001 |
| TRATAMIENTO | 536.18 | 3 | 178.73 | 125.39 | <0.0001 |
| Error | 17.10 | 12 | 1.43 | | |
| Total | 553.28 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.50637

Error: 1.4254 gl: 12

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|--------------|--------|---|------|-----|
| CARACA 100 N | 56.93 | 4 | 0.60 | A |
| CARACA 0 N | 55.17 | 4 | 0.60 | A B |
| CARACA 200 N | 53.70 | 4 | 0.60 | B |
| CARACA 300 N | 42.16 | 4 | 0.60 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

FDN

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| FDN | 16 | 0.98 | 0.98 | 1.88 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|--------|----|--------|--------|---------|
| Modelo | 729.87 | 3 | 243.29 | 250.43 | <0.0001 |
| TRATAMIENTO | 729.87 | 3 | 243.29 | 250.43 | <0.0001 |
| Error | 11.66 | 12 | 0.97 | | |
| Total | 741.53 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.06917

Error: 0.9715 gl: 12

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|--------------|--------|---|------|---|
| CARACA 100 N | 56.91 | 4 | 0.49 | A |
| CARACA 200 N | 56.30 | 4 | 0.49 | A |
| CARACA 0 N | 56.07 | 4 | 0.49 | A |
| CARACA 300 N | 40.85 | 4 | 0.49 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

FDA

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| FDA | 16 | 0.99 | 0.98 | 2.70 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|---------|----|--------|--------|---------|
| Modelo | 1128.68 | 3 | 376.23 | 301.88 | <0.0001 |
| TRATAMIENTO | 1128.68 | 3 | 376.23 | 301.88 | <0.0001 |
| Error | 14.96 | 12 | 1.25 | | |
| Total | 1143.64 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.34364

Error: 1.2463 gl: 12

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|--------------|--------|---|------|-----|
| CARACA 0 N | 47.69 | 4 | 0.56 | A |
| CARACA 200 N | 45.65 | 4 | 0.56 | A B |
| CARACA 100 N | 45.34 | 4 | 0.56 | B |
| CARACA 300 N | 26.94 | 4 | 0.56 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza producción de gas en hojas

PG

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| PG | 16 | 0.98 | 0.97 | 4.83 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-----------|----|----------|--------|---------|
| Modelo | 170479.72 | 3 | 56826.57 | 182.65 | <0.0001 |
| TRATAMIENTO | 170479.72 | 3 | 56826.57 | 182.65 | <0.0001 |
| Error | 3733.56 | 12 | 311.13 | | |
| Total | 174213.28 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=37.02984

Error: 311.1302 gl: 12

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|----------------------|--------|---|------|---|
| CARACA 0 NITROGENO | 543.93 | 4 | 8.82 | A |
| CARACA 100 NITROGENO | 306.73 | 4 | 8.82 | B |
| CARACA 200 NITROGENO | 305.63 | 4 | 8.82 | B |
| CARACA 300 NITROGENO | 304.30 | 4 | 8.82 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

B

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| B | 16 | 0.56 | 0.45 | 19.80 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|---------|----|--------|------|---------|
| Modelo | 838.56 | 3 | 279.52 | 5.17 | 0.0160 |
| TRATAMIENTO | 838.56 | 3 | 279.52 | 5.17 | 0.0160 |
| Error | 648.94 | 12 | 54.08 | | |
| Total | 1487.50 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=15.43800

Error: 54.0780 gl: 12

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|----------------------|--------|---|------|-----|
| CARACA 300 NITROGENO | 43.55 | 4 | 3.68 | A |
| CARACA 200 NITROGENO | 41.53 | 4 | 3.68 | A |
| CARACA 100 NITROGENO | 38.48 | 4 | 3.68 | A B |
| CARACA 0 NITROGENO | 24.99 | 4 | 3.68 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

c

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| c | 16 | 0.35 | 0.19 | 7.17 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|------|----|---------|------|---------|
| Modelo | 0.02 | 3 | 0.01 | 2.16 | 0.1455 |
| TRATAMIENTO | 0.02 | 3 | 0.01 | 2.16 | 0.1455 |
| Error | 0.04 | 12 | 3.6E-03 | | |
| Total | 0.07 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.12560

Error: 0.0036 gl: 12

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|----------------------|--------|---|--------|
| CARACA 0 NITROGENO | 0.90 | 4 | 0.03 A |
| CARACA 100 NITROGENO | 0.83 | 4 | 0.03 A |
| CARACA 200 NITROGENO | 0.83 | 4 | 0.03 A |
| CARACA 300 NITROGENO | 0.79 | 4 | 0.03 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza producción de gas en tallos

PG

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| PG | 16 | 0.10 | 0.00 | 22.94 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|----------|----|---------|------|---------|
| Modelo | 8233.19 | 3 | 2744.40 | 0.43 | 0.7356 |
| TRATAMIENTO | 8233.19 | 3 | 2744.40 | 0.43 | 0.7356 |
| Error | 76682.62 | 12 | 6390.22 | | |
| Total | 84915.81 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=167.81801

Error: 6390.2181 gl: 12

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|----------------------|--------|---|---------|
| CARACA 300 NITROGENO | 384.00 | 4 | 39.97 A |
| CARACA 0 NITROGENO | 350.13 | 4 | 39.97 A |
| CARACA 200 NITROGENO | 336.45 | 4 | 39.97 A |
| CARACA 100 NITROGENO | 323.00 | 4 | 39.97 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

B

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| B | 16 | 0.21 | 0.01 | 29.09 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|---------|----|--------|------|---------|
| Modelo | 370.04 | 3 | 123.35 | 1.05 | 0.4075 |
| TRATAMIENTO | 370.04 | 3 | 123.35 | 1.05 | 0.4075 |
| Error | 1414.38 | 12 | 117.87 | | |
| Total | 1784.42 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=22.79154

Error: 117.8653 gl: 12

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|----------------------|--------|---|--------|
| CARACA 300 NITROGENO | 44.35 | 4 | 5.43 A |
| CARACA 200 NITROGENO | 37.77 | 4 | 5.43 A |
| CARACA 100 NITROGENO | 36.31 | 4 | 5.43 A |
| CARACA 0 NITROGENO | 30.85 | 4 | 5.43 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

c

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| c | 16 | 0.40 | 0.25 | 11.43 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo | 0.07 | 3 | 0.02 | 2.69 | 0.0932 |
| TRATAMIENTO | 0.07 | 3 | 0.02 | 2.69 | 0.0932 |
| Error | 0.11 | 12 | 0.01 | | |
| Total | 0.18 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.19836

Error: 0.0089 gl: 12

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|----------------------|--------|---|--------|
| CARACA 0 NITROGENO | 0.94 | 4 | 0.05 A |
| CARACA 100 NITROGENO | 0.81 | 4 | 0.05 A |
| CARACA 300 NITROGENO | 0.81 | 4 | 0.05 A |
| CARACA 200 NITROGENO | 0.76 | 4 | 0.05 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexos



Peso de la bolsa ankorm F57



Peso de crisol



Extracción de FDN-FDA



Secado de la muestra

Extracción de líquido ruminal

