

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

INSTITUTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS



EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA DEL BALlico ANUAL (*Lolium multiflorum* Lam.) SOBRE LA DIGESTIÓN DE NUTRIENTES Y EL BALANCE DE NITRÓGENO EN NOVILLOS HOLSTEIN.

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL

PRESENTA
GUIDSAM TILUS

DIRECTOR DE TESIS
Dr. ENRIQUE GILBERTO ÁLVAREZ ALMORA

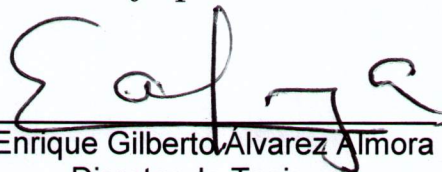
MEXICALI, B.C. MÉXICO

MARZO, 2018

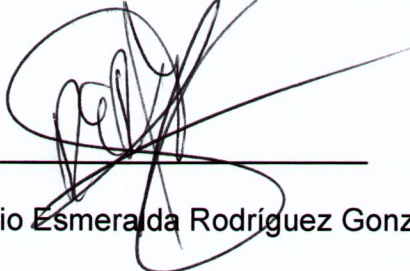
La presente tesis titulada “Efecto de la fertilización nitrogenada del Ballico Anual (*Lolium multiflorum* Lam.) sobre la digestión de nutrientes y el Balance de Nitrógeno en Novillos Holstein” realizado por el C. Guidsam Tilus, fue dirigida por el Dr. Enrique Gilberto Álvarez Almora, ha sido evaluada y aprobada por el Consejo Particular abajo indicado, como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN SISTEMAS
DE PRODUCCIÓN ANIMAL**

Consejo particular



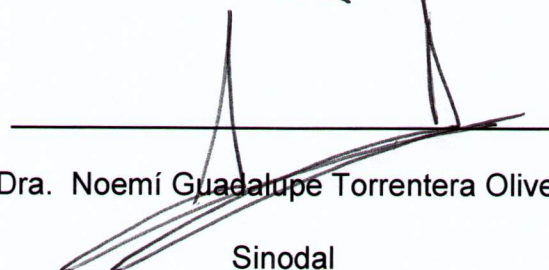
Dr. Enrique Gilberto Álvarez Almora
Director de Tesis



Dra. Rosario Esmeralda Rodríguez González
Secretario



Dr. Jesus Santillano Cázares
Sinodal



Dra. Noemí Guadalupe Torrentera Olivera
Sinodal

“POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL HOMBRE”

Ejido Nuevo Leon, Mexicali, Baja California, Mexico; Marzo 2018.

AGRADECIMIENTOS

A Dios todo poderoso.

Gracias a Dios todo poderoso por bendecirme en todo momento de mi vida y haberme permitido llegar hasta este punto para lograr mis logros.

A mis padres.

Alcéus Tilus y Suzette Mathias Heureuse Duvergé le doy muchas gracias a ellos por darme la vida, apoyarme siempre incondicionalmente en todos los momentos de mi vida.

A mi hija. Samalle Tilus y su madre Marie Doudeline Germain, muchas gracias, por motivarme seguir mas adelante.

A mis Hermanos

Marckenson-Love Tilus y Woovensley Tilus Christelia Tilus, Daphnée Tilus, Jeffline Tilus y Marlene Joseph le doy gracias a Ustedes por apoyarme y sus motivaciones en todo tiempo.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT)** por el apoyo financiero otorgado para culminar el presente posgrado.

A la **Universidad Autónoma de Baja California - Instituto de Ciencias Agrícolas**, por haberme proporcionado la oportunidad de seguir creciendo mi vida profesional.

Al Dr. **Avelar Ernesto Lazano** por su apoyo desde al principio hasta al fin de mi programa de MCSPA y oportunidad que Usted me ha dado para poder ingresar en esta institución.

A mi Director de Tesis, el **Dr. Enrique G. Álvarez Almora** por permitirme formar parte de su lista de Estudiantes, por depositar en mí su confianza y conocimientos, así como su valiosa asesoría en la realización del presente trabajo de investigación.

A la **Dra. Noemí Gpe. Torrentera Olivera, Dr. Jesus Santillano y Dra. Esmelda** por sus apoyos y acertadas sugerencias en la redacción y revisión del presente trabajo.

Ing-Agro: **Gypsy** y Ing. **Alex** por sus apoyos económicos y sus consejos por haberme cumplir este logro.

Les agradezco el apoyo y dedicación de tiempo a todos mis **profesores (Dr. Enrique Dr. Cervantes, Dr. Avendaño, Dr. Ulises y Dra. Noemi)**, por haber compartido conmigo sus valiosos conocimientos, para formarme en la vida no solo como profesionista sino también como ser humano.

Quisiera hacer extensiva mi gratitud a mis **compañeros y amigos de posgrado** de quienes siempre recibí motivación y por todo el tiempo compartido a lo largo de la carrera para realizar y culminar mis estudios de postgrado.

DEDICATORIOS

Dedico este trabajo principalmente a **Dios** por protegerme durante mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres: Alcéus Tilus y Suzette Mathias Heureuse Duvergé

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, valores, amores infinitos, por depositar sus confianzas en mí, por sus palabras de aliento para no desistirme y sus apoyos que me brindaron para culminar mi carrera profesional.

Mi hija: Samaelle Tilus

Eres la razón de que me levante cada día esforzarme por el presente y el mañana, eres mi principal motivación como en todos mis logros, en este has estado presente.

A mis hermanos: Marckenson, Woovensley, Christelia, Daphnée, Jeffline y Marlene.

Por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar este trabajo de investigación. Gracias por no solo ayudarme en este trabajo sino por todos sus ayudas.

A mis tios: Santonax Mathias, Denus Mathias, y Jonel Joseph.

Gracias por haber confiado en mí el deseo de superación y todos sus consejos.

A Maguistrat: Jean Souverne Delva:

Por ayudarme económicamente para poder finalizar esta gran etapa profesional en mi vida. Gracias.

A mi amiga: Marie Doudeline Germain.

Con mucho respeto te dedico mi trabajo de investigación por estar conmigo en los momentos difíciles para que el día de hoy llego a esta meta. Muchas gracias por motivarme seguir mas adelante.

A mis amigos: A mis **Grandes Amigos** que me apoyaron, me alentaron y estuvieron para mi, amigos que tengo desde el primer semestre de mi carrera.

Dedico este trabajo principalmente a **mi Familia** por apoyarme cuando lo necesite, y que siempre estuvo ahí ante cualquier situación.

ACRÓNIMOS

| | |
|----------------------|---|
| BA | Ballico anual |
| BS | Base seca |
| C₃ | Forrajes templados |
| C₄ | Forrajes tropicales |
| CEL | Celulosa |
| CEN | Cenizas |
| CMS | Consumo de materia seca |
| EE | Error estándar |
| EEt | Extracto etéreo |
| EfN | Eficiencia del nitrógeno |
| EfNM | Eficiencia del nitrógeno microbial |
| FDA | Fibra detergente neutro |
| FDN | Fibra detergente ácido |
| HCEL | Hemicelulosa |
| LIG | Lignina |
| MO | Materia orgánica |
| MOM | Materia orgánica microbial |
| MS | Materia seca |
| MSP | Materia seca parcial |
| N | Nitrógeno |
| N-A | Nitrógeno amoniacal |
| NAA | Nitrógeno absorbido aparente |
| NB | Balance de nitrógeno |
| N- Bypass | Nitrógeno en la dieta. |
| NDFRDP | digestion ruminal de fibra detergente neutro |
| NET | Nitrógeno total excretado (heces y orina) |
| NF | Nitrógeno excretado en heces |
| NIT | Nitrógeno total consumido |
| NM | Nitrógeno microbial |
| NNA | Nitrógeno no amoniacal |
| NRD | Nitrógeno ingerido en el rumen |
| NRNIT | Relación entre el nitrógeno retenido y el nitrógeno total consumido |
| PC | Proteína cruda |
| PCM | Proteína cruda microbiana en flujo de duodeno |
| PCNM | Proteína cruda no microbiana en flujo de duodeno |
| PO | Precipitación óptima |
| PV | Peso vivo |
| R200 | Heno de Ballico anual fertilizado con 200 Kg de N*ha ⁻¹ |
| R300 | Heno de Ballico anual fertilizado con 300 Kg de N*ha ⁻¹ |
| R400 | Heno de Ballico anual fertilizado con 400 Kg de N*ha ⁻¹ |
| TO | Temperatura optima en grados centígrados |
| TTG | Testigo (Heno de Alfalfa) |
| UAN | Nitrógeno amoniacal excretado en orina en % |
| UN | Nitrógeno total excretado en la orina. |
| UpH | Potencial hidrogeno en orina. |

ÍNDICE TEMÁTICO

| | Pág. |
|--|-------------|
| ABSTRACT..... | xiv |
| ACRÓNIMOS..... | v |
| AGRADECIMIENTOS..... | iii |
| APROBACION..... | ii |
| DEDICATORIOS..... | iv |
| INDICE DE CUADROS..... | ix |
| PORTADA..... | i |
| RESUMEN..... | xiii |
| RESUMÉ..... | xv |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. OBJETIVOS | 3 |
| 2.1. Objetivo general..... | 3 |
| 2.2. Ojectivos específicos..... | 3 |
| III. HIPÓTESIS..... | 3 |
| IV. REVISION DE LITERATURA..... | 4 |
| 4.1. Forrajes para la alimentación de rumiantes..... | 4 |
| 4.1.1. Características de los forrajes templados C3 y tropicales C4..... | 4 |
| 4.1.2. Factores edafo-climáticos de los forrajes (C3) y (C4)..... | 4 |
| 4.1.3. Valor nutricional de los forrajes (C3) y (C4)..... | 5 |
| 4.2. Ballico anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)..... | 8 |
| 4.2.1 Morfología del zacate Ballico anual..... | 8 |
| 4.2.1.1. Hojas..... | 9 |
| 4.2.1.2. Tallos..... | 9 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2.1.3. Espigas..... | 9 |
| 4.2.1.4. Semilla..... | 10 |
| 4.2.2. Características agronómicas del zacate Ballico anual..... | 10 |
| 4.2.2.1. Condiciones edafo-climáticas..... | 10 |
| 4.2.2.2. Temperatura y precipitación | 11 |
| 4.2.2.3. Fotoperiodo..... | 12 |
| 4.2.3. Valor nutricional del zacate Ballico anual..... | 12 |
| 4.2.3.1. Composición química..... | 13 |
| 4.2.3.2. Digestibilidad..... | 14 |
| 4.2.3.2.1. Digestión de diferentes cortes del Ballico anual.. | 18 |
| 4.2.3.3. Consumo de nutrientes del heno de Ballico anual | 20 |
| 4.2.3.4. Eficiencia de utilización | 23 |
| 4.2.4. Efecto de corte y pastoreo sobre el valor nutricional del Ballico anual | 25 |
| 4.3. Fertilización Nitrogenada..... | 28 |
| 4.3.1 Efecto del nitrógeno sobre la producción de forraje..... | 28 |
| 4.3.2 Efecto del nitrógeno sobre el valor nutricional..... | 31 |
| 4.3.3 Fertilización nitrogenada sobre la fracción fibrosa..... | 35 |
| 4.3.4 Efecto del nitrógeno sobre la digestión del Ballico anual..... | 36 |
| 4.4. Balance de nitrógeno..... | 38 |
| 4.5. Contaminación del nitrógeno y producción de metano al medio ambiente... | 44 |
| 4.6. Ecuaciones para predecir la excreción de nitrógeno..... | 46 |
| V. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 47 |
| 5.1. Localización del estudio..... | 47 |

| | |
|--|-----------|
| 5.2. Procedimientos experimentales..... | 47 |
| 5.2.1. Manejo de la pastura..... | 48 |
| 5.4. Variables de respuesta..... | 48 |
| 5.5. Colección de muestras..... | 48 |
| 5.5.1. Forrajes..... | 48 |
| 5.5.2. Líquido duodenal..... | 49 |
| 5.5.3. Heces..... | 49 |
| 5.5.4. Orina..... | 49 |
| 5.6. Análisis laboratorio..... | 50 |
| 5.6.1. Muestras de alimentos, duodeno y heces..... | 50 |
| 5.6.2. Orina..... | 50 |
| 5.6.3. Balance de nitrógeno..... | 50 |
| 5.7. Análisis estadístico..... | 51 |
| VI. RESULTADOS Y DISCUSION..... | 52 |
| 6.1. Composición química del Ballico anual fertilizado con distintos niveles de fertilización con N y el heno de Alfalfa..... | 52 |
| 6.2. Consumo de nutrientes del Ballico anual fertilizado con distintos niveles de fertilización con N y el heno de Alfalfa..... | 53 |
| 6.3. Flujo de nutrientes hacia duodeno del Ballico anual fertilizado con distintos niveles de fertilización con N y el heno de Alfalfa..... | 54 |
| 6.4. Digestión ruminal y eficiencia del nitrógeno del Ballico anual fertilizado con distintos niveles de fertilización con N y el heno de Alfalfa..... | 55 |

| | |
|--|-----------|
| 6.5. Digestión post-ruminal en novillos Holstein alimentados del Ballico anual fertilizado con distintos niveles de fertilización con N y el heno de Alfalfa..... | 58 |
| 6.6. Digestión total en novillos Holstein alimentados del Ballico anual fertilizado con distintos niveles de fertilización con N y el heno de Alfalfa..... | 58 |
| 6.7. Balance de nitrógeno en novillos Holstein alimentados a base del heno de Alfalfa y Ballico anual fertilizado con distinto nivel de fertilización con nitrógeno..... | 60 |
| 6.8. Relación de la digestión de nitrógeno y fibra detergente neutro en novillos alimentados a base del heno de Alfalfa y tres niveles de fertilización con N en el Ballico anual..... | 61 |
| VII. CONCLUSIONES..... | 65 |

VIII. INDICES DE CUADROS

| Cuadro | Pág. |
|--|-------------|
| Cuadro 1. Factores edafo-climáticos de las especies forrajes C ₃ y C ₄ | 6 |
| Cuadro 2. Comparación de la composición química de algunos C ₃ y C ₄ | 7 |
| Cuadro 3. Composición nutricional del Ballico anual..... | 15 |
| Cuadro 4. Composición nutricional del Ballico anual fresco, ensilaje y heno... | 16 |
| Cuadro 5. Digestión de nutrientes del heno de Alfalfa y tres niveles de fertilización nitrógenada del Ballico anual alimentado con novillos Holstein..... | 17 |

| | |
|---|----|
| Cuadro 6. Digestión ruminal, postruminal y total de nutrientes del Ballico anual cosechado en distintos estados fenológicos ofrecido a novillos..... | 19 |
| Cuadro 7. Consumo de nutrientes del heno de Ballico anual cortado distinto estado de madurez alimentados por novillos Holstein en el valle de Mexicali..... | 21 |
| Cuadro 8. Consumo de nutrientes en distinto nivel de fertilización nitrogenada del heno de Ballico anual alimentados por novillos y las vacas lecheras Holstein en el valle de Mexicali..... | 22 |
| Cuadro 9. Eficiencia de proteína del zacate Ballico anual alimentado por los novillos Holstein en el valle de Mexicali..... | 23 |
| Cuadro 10. Eficiencia de proteína y el contenido de energía del Ballico anual en tres estados fenológicos alimentado por novillos Holstein en el valle de Mexicali..... | 24 |
| Cuadro 11. Composición nutricional en diferentes estados fenológicos del cultivo Ballico anual en praderas irrigadas en el valle de Mexicali..... | 26 |
| Cuadro 12. Efecto de pastoreo sobre la composición química del cultivo Ballico anual y Ballico anual asociado con Trébol-berseem | 27 |
| Cuadro 13. Efecto de niveles de fertilización nitrogenada sobre la producción forrajera y altura del Ballico anual..... | 30 |
| Cuadro 14. Efecto de niveles de fertilización nitrogenada sobre valor nutricional del Ballico anual (<i>Lolium multiflorum</i> var. tetraploide)..... | 32 |
| Cuadro 15. Efecto de diferentes niveles de fertilización nitrogenada sobre valor nutricional y por diferentes cortes..... | 33 |

| | |
|---|----|
| Cuadro 16. Efecto de niveles de fertilización nitrogenada sobre valor nutricional y altura del Ballico anual (<i>Lolium multiflorum</i> var. tetraploide) en diferentes cortes..... | 34 |
| Cuadro 17. Efecto de ocho niveles de fertilización nitrogenada sobre la digestión de nutrientes del Ballico anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)..... | 37 |
| Cuadro 18. Balance de nitrógeno de los forrajes templados y tropicales..... | 39 |
| Cuadro 19. Relación sobre el balance de nitrógeno por diferentes niveles de proteína en la dieta..... | 40 |
| Cuadro 20. Balance de nitrógeno ingesta y salida (heces y orina) en vacas lecheras con diferentes dietas..... | 41 |
| Cuadro 21. Balance de nitrógeno en diferentes forrajes..... | 42 |
| Cuadro 22. Balance de nitrógeno ingesta y salida (heces y orina) en vacas lecheras con diferentes dietas..... | 43 |
| Cuadro 23. Composición nutricional del heno Alfalfa y Ballico anual fertilizado con diferentes niveles de fertilización en el valle de Mexicali..... | 53 |
| Cuadro 24. Consumo total de Nutrientes en base seca por novillos Holstein alimentados del heno de Alfalfa y tres niveles de fertilización con N en el Ballico anual..... | 54 |
| Cuadro 25. Flujo de nutrientes hacia duodeno en novillos alimentados base seca del heno de Alfalfa y tres niveles de fertilización con nitrógeno en el Ballico anual..... | 56 |
| Cuadro 26. Digestión ruminal y eficiencia del nitrógeno en novillos alimentados a base del os heno de Alfalfa y tres niveles de fertilización con nitrógeno en el Ballico anual..... | 57 |

| | |
|---|-----------|
| Cuadro 27. Digestión total y digestión post-ruminal en novillos Holstein alimentados a base del heno de Alfalfa y tres niveles de fertilización con nitrógeno en el Ballico anual..... | 59 |
| Cuadro 28. Balance y eficiencia de N en la digestión en novillos alimentados a base del heno de Alfalfa y tres niveles de fertilización con nitrógeno del Ballico anual..... | 63 |
| Cuadro 29. Relación de la digestión de nitrógeno y fibra detergente neutro en novillos alimentados a base del heno de Alfalfa y tres niveles de fertilización con N en el Ballico anual..... | 64 |
| IX. REFERENCIAS | 66 |

RESUMEN

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA DEL BALLICO ANUAL (*Lolium multiflorum* Lam.) SOBRE LA DIGESTIÓN DE NUTRIENTES Y EL BALANCE DE NITRÓGENO EN NOVILLOS HOLSTEIN.

Para evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada del ballico anual sobre la digestión de nutrientes y el balance de nitrógeno (N) se utilizaron cuatro novillos Holstein de 18 meses de edad con un peso vivo de 276 ± 5 kg habilitados con cánulas en rumen y duodeno. Los animales fueron distribuidos aleatoriamente en un diseño en Cuadro Latino 4 x 4 en los siguientes tratamientos: 1) dieta basal de heno de alfalfa como un estándar; 2) heno de ballico anual fertilizado con 200 Kg de $N \cdot ha^{-1}$; 3) heno de ballico anual fertilizado con 300 Kg de $N \cdot ha^{-1}$; 4) heno de ballico anual fertilizado con 400 Kg de $N \cdot ha^{-1}$. Oxido crómico fue adicionado (0.3% de lo consumido) como marcador interno de la digesta y la alimentación fue restringida al 2.4% del peso vivo. La fertilización con N incrementó (30.76%) el N total consumido. Con la adición de N observó una disminución ($P < 0.05$) en el flujo a duodeno de la MO y un aumento en el de NA, N sobrepasante (30 y 5% respectivamente). La fertilización con N al BA no influyó ($P > 0.05$) en el flujo hacia duodeno de N, NNA y agua. La fertilización nitrogenada no afectó ($P > 0.05$) la digestibilidad en rumen y total de la MO y MS, pero disminuyó ($P < 0.05$) digestión total de la FDN y FDA. Con este estudio se concluye que la fertilización nitrogenada al ballico anual elevó la digestión ruminal de N, pero disminuyó la de la FDN, FDA. En cambio, no se observaron diferencias ($P > 0.05$) en la síntesis MOM y la EfNM, aunque si disminuyó ($P = 0.001$) la EfN. Aunque la fertilización con N al BA aumentó 67% del N excretado vía heces y orina, se comprobó que por esta última vía es mayor la pérdida de N que es liberada al ambiente. Esto como consecuencia del mayor degradable del nitrógeno en el rumen y por su alto valor proteico en el BA.

Palabras clave: Ballico anual, Digestión, Fertilización nitrogenada, Novillos, Balance de nitrógeno.

ABSTRACT

EFFECT OF THE NITROGEN FERTILIZATION OF THE RYEGRASS ANNUAL (*Lolium multiflorum* Lam.) ON THE DIGESTION OF NUTRIENTS AND THE BALANCE OF NITROGEN IN HOLSTEIN STEERS.

Four Holstein steers of 18-months- old (276 ± 5 kg) with cannulas in the rumen and proximal duodeum were randomly distributed in a Latin square 4 x 4 design to evaluate the effect of nitrogen fertilization of the annual ryegrass on nutrient digestion and nitrogen balance. Four dietary treatments were compared: 1) alfalfa hay basal diet as a standard; 2) hay of annual ryegrass fertilized with 200 Kg of $N \cdot ha^{-1}$; 3) hay of annual ryegrass fertilized with 300 Kg of $N \cdot ha^{-1}$; 4) hay of annual ryegrass fertilized with 400 Kg of $N \cdot ha^{-1}$. The feeding was retringed to 2.4 % of the body weight, 0.3% of Chromic oxide was added like internal marker of the digesta. The nitrogen fertilization increased (30.76%) of total N intake in ryegrass. With the addition of N there was a decrease ($P < 0.05$) in the flow to duodenum of OM and an increase of NA and N-Bypass (30 and 5% respectively). The nitrogen fertilization in BA did not influence ($P > 0.05$) flow to the duodenum of N, NNA and water. The flow of duodenum of N and NNA no differences were found ($P > 0.05$) by the nitrogen fertilization of N to BA. The nitrogen fertilization did not affect ($P > 0.05$) the ruminal digestion and total tract digestion of OM, DM, but the total tract digestion was decrease ($P < 0.05$) of NDF and ADF. With this study it is concluded that nitrogen fertilization in annual ryegrass increased the ruminal digestion of N, but decreased of NDF, FDA, did not caused changes of MOM synthesis and EfNM, but decreased EfN. Although the fertilization with N in BA increased the N excreted via fecal and urine, was proved that by this last route the loss of N that is released to the environment is greater. This as a consequence of the greater degradability of nitrogen in the rumen and its high protein value in BA.

Key words: Ryegrass annual, Digestion, Nitrogen fertilization, Steers, Nitrogen balance.

RESUMÉ

EFFET DE LA FERTILISATION AZOTEE DE RAY-GRASS (*Lolium multiflorum* Lam.) SUR LA DIGESTION DES NUTRIMENTS ET L'ÉQUILIBRE DE L'AZOTE DANS LES BŒUFS HOLSTEIN.

Pour évaluer l'effet de la fertilisation azotée du fourrage ray-grass sur la digestion des nutriments et l'équilibre de l'azoté, quatre Bœufs (4 Taureaux castrés) âgés de 18 mois et poids vif 276 ± 5 kg ont été utilisés avec des canules dans le rumen et du duodénum. Les animaux ont été distribués de façon aléatoire dans un Carré latin 4 x 4 avec les traitements suivants : 1) alimentation basale de foin de luzerne comme standard ; 2) foin de ray-grass fertilisé avec 200 kg de $N \cdot ha^{-1}$; 3) foin de ray-grass annuel fertilisé avec 300 kg de $N \cdot ha^{-1}$; 4) foin de ray-grass fertilisé avec 400 kg de $N \cdot ha^{-1}$. L'oxyde chromique a été ajouté (0,3% de la quantité consommée) comme marqueur interne du digesta et l'alimentation a été limitée à 2,4% du poids vif. La fertilisation azotée a augmenté (30,76%) l'azote total consommé. Avec l'addition de l'azote, il y avait une diminution ($P < 0,05$) dans le flux du duodénum du MO et une augmentation du NA, de l'azote dans l'alimentation (30 et 5% respectivement). La fertilisation d'azotée dans le ray-grass annuel n'a pas influencé ($P > 0,05$) dans le flux vers le duodénum de N, NNA et de l'eau. La fertilisation azotée n'a pas affecté ($P > 0,05$) la digestibilité dans le rumen et totale de la matière organique (MO) et matière sèche (MS), mais il y a eu une diminution ($P < 0,05$) sur sur la digestion totale de la fibre détergente neutre (FDN) et fibre détergente acide (FDA). Avec cette étude, on conclut que la fertilisation azotée dans ray-grass augmente la digestion ruminale de N, mais diminue celle du NDF, FDA, et ne provoque pas de changements dans la synthèse de MOM et l'EfNM, bien qu'elle diminue l'EfN. Bien que la fertilisation azotée dans ray-grass ait augmenté l'azote excrétée par les fèces et l'urine, il a été prouvé que par cette dernière voie la perte de l'azote qui est relâchée dans l'environnement est plus grande. Ceci en conséquence de la plus grande dégradabilité de l'azote dans le rumen et de sa valeur protéique élevée dans le ray-grass annuel.

Mots clés: Ray-grass, Digestion, Fertilisation azotée, Bœufs, Equilibre d'azote.

I. INTRODUCCIÓN

El Ballico Anual (*Lolium multiflorum* Lam.) es un forraje del clima templado con elevado rendimiento con 26% que el ballico perenne y calidad nutritiva (Wang et al., 2016; Gerdes et al., 2005), utilizado en monocultivo o en asociación para el corte o pastoreo en los distritos de riego de las zonas templada, árida y semiárida (Kusvura et al., 2014). Es una gramínea de excelente respuesta a la fertilización con N porque eleva de 16% su rendimiento de materia seca (Koenig y Beauchemin, 2013b) y contenido de nitrógeno total (Eckard et al., 2013) pero disminuye de 3.32% o mantiene estable el porcentaje de la fracción fibrosa independientemente del nivel de N aplicado (Coblentz et al., 2010, 2014). El efecto de la fertilización nitrogenada en los componentes fibrosos es menos consistente que sobre la PC. Lo anterior ocurre con mayor frecuencia en los forrajes perennes de estación fría (Pelletier et al., 2008), pero es esporádica en los pastos perennes de temporada cálida (Coblentz et al., 2016). Varios autores reportan que la fertilización con N tiene poca influencia sobre la digestibilidad *in vitro* (Theron, 2004) e *in vivo* (Villiers y Ryssen, 2001; Tremblay et al., 2005).

El balance de N es la diferencia entre la cantidad de nitrógeno consumido en la dieta y la cantidad liberada al ambiente por vía orina y heces (Todd et al., 2013; Waldrip et al., 2013, 2014) o cualquier producto del animal como la carne y leche (Muurinen et al., 2007; Rahimizadeh, 2010). La dosis de fertilización nitrogenada tiene una relación directa con el con el nitrógeno consumido y el excretado en orina y heces (Mulligan et al., 2004; Liu et al., 2005). Desde el punto de vista ambiental e independiente del tipo de dieta en ganado de bovino, el impacto del nitrógeno consumido es más crítico por la orina, al excretarse mayormente como urea. Entonces a partir de simple hidrólisis se libera al ambiente como amoníaco (Wickersham et al., 2008a). En contraste, en las heces la liberación del N es generalmente baja, por la lenta mineralización de los compuestos nitrogenados orgánicos (Kljak et al., 2017).

Diversos estudios se han realizado con henos de avena (Wickersham et al., 2008b), alfalfa (Malesky et al., 2011) y ballico anual (Graham-Thiers y Bowen, 2011b, 2011c; Pinos-Rodríguez, 2002) sobre la excreción de N en la orina o para estimar la producción de N fecal (Pfeffer et al., 2016; Peixoto et al., 2017).

Estos autores mencionan que al elevarse el N en los forrajes hay mayor pérdida hacia al ambiente por vía orina. Aunque se ha encontrado información generada en el valle de Mexicali con diferentes niveles de nitrógeno aplicado al Ballico anual, no se han relacionado los valores de digestión de las fracciones N y fibrosa con el nitrógeno excretado en la orina y heces al medio ambiente. El objetivo del estudio es evaluar tres niveles de fertilización nitrogenada aplicados a praderas de Ballico anual en el valle de Mexicali y su efecto en la composición química, la digestión de nutrientes y balance de nitrógeno utilizado como alimento en la dieta de novillos Holstein.

II. Objetivos

2.1. Objetivo general

Evaluar la influencia de tres niveles de fertilización nitrogenada del Ballico anual cultivado en el valle de Mexicali, sobre la composición química de cultivo, la digestión de nutrientes y el balance de nitrógeno cuando es ofrecido a novillos Holstein.

2.2. Objetivos específicos

2.2.1. Examinar el efecto de tres niveles de fertilización nitrogenada sobre la composición química y digestibilidad de nutrientes del Ballico anual.

2.2.2. Cuantificar la excreción de nitrógeno liberado al ambiente por el animal por efecto del nivel de fertilización nitrogenada aplicado a praderas del Ballico anual producido en valle de Mexicali.

III. Hipótesis

La fertilización nitrogenada en el Ballico anual mantiene una relación directamente proporcional con el contenido de nitrógeno total en la planta y la digestión de la fracción nitrogenada, pero su relación es inversa en el caso de la fracción fibrosa. La fertilización nitrogenada aumenta la liberación de N al ambiente via heces y principalmente orina.

IV. REVISION DE LITERATURA

4.1. Forrajes para la alimentación de rumiantes.

Los forrajes son el material vegetal que pueden ser consumidos los animales, sea seco, verde y procesado como heno, ensilaje y rastrojo de maiz (Church, 1984). Los forrajes secos como las pajas de gramíneas y toscos como las pajas de trigo, lo que incluye todos los pastos cortados con elevado contenido de fibra (> 18% de la MS) y bajos en energía neta por unidad de peso (Maynard et al., 1989b) y forrajes frescos, incluye a todos los forrajes que no han sido cortados y secados (McDowell et al., 1974) y los ensilados que se han sometido a fermentación anaeróbica. Más de 90% de los forrajes utilizados para la alimentación de rumiantes para producción de leche y carne (Cuadro, 1) pertenecen a los climas templados y tropicales (Raya-Pérez y Aguirre-Mancilla, 2008).

4.1.1. Los forrajes templados (C3) y tropicales (C4)

Las regiones templadas se encuentran generalmente entre los 30° y los 60° de latitud, con una precipitación anual entre los 500 y 2,000 mm. La producción forrajera en la región templada ocurre principalmente en invierno (SARH, 1991). En las regiones tropicales los ganaderos utilizan sistemas pastoreo (directo, continuo). En el trópico cuando el forraje es consumido en forma de pastoreo después de los 30-35 días, los animales tienden a consumir un forraje de menor valor nutricional principalmente bajo en proteína (9%) Cuadro 2, energía y minerales (Amendola et al., 2005).

4.1.2. Factores edafo-climáticos.

Las gramíneas C₃, comúnmente identificadas como especies de más lento crecimiento, pero de mayor calidad que las gramíneas C₄ debido al número de átomos de carbono en los intermediarios de la fotosíntesis. Por el contrario, estas últimas tienden a presentar mayor tasa de crecimiento y mejor adaptación a ambientes cálidos y áridos (Carámbula, 1996). Factores como el clima, precipitación, suelo y temperatura afectan el rendimiento y el valor nutricional de los forrajes templados y tropicales.

Los forrajes C₃ requieren un pH de suelo que varía de 6.1 a 7.0 (Villalados y Tobia, 2005; Pirela, 2005; Borrajo, et al., 2014) la temperatura óptima va de 12 hasta 26 °C y precipitación de 500 a 1250 mm*año⁻¹ (Cuadro, 1). La temperatura y precipitación son los factores que afectan el crecimiento de los forrajes. Como ejemplo, varios autores como Corpoica (2013), Carrasco et al. (2011) y INFOAGRO (2012) coinciden en que los forrajes C₄, requieren una temperatura de 20 hasta 35 °C y precipitación de 550 a 3500 mm*año⁻¹ para sus mayores crecimientos y rendimientos.

4.1.3. Valor nutricional de los forrajes C₃ y C₄.

El valor nutritivo de un forraje es el resultado de tres factores: consumo, digestibilidad y la eficiencia con que el animal utiliza el forraje (Raymond, 1996). Los forrajes templados con buenas prácticas agrícolas son aquellos que alcanzan de 16 a 22% de proteína cruda. Améndola et al. (2005) señala que las gramíneas templadas suelen tener contenidos aceptables de proteína (17%), más si se asocian con leguminosas pueden llegar hasta un 19%, Alfredo (2011) reporta que dos gramíneas de clima tropical como el Kikuyo (*Penisetum clandestinum* L.) y Grama dulce (*Cynodon dactylon* L.) pueden alcanzar hasta 22% de proteína en estadio joven (40 días). La digestibilidad *in vitro* de los forrajes templados varía de 60-75% y el contenido de proteína 16-20%; su digestibilidad, cuyo valor medio es 72%, es por lo regular 10 a 12 % mayor que los de gramíneas tropicales. La digestibilidad *in vitro* disminuye y el contenido de fibra aumenta (Cuadro, 2) con el desarrollo de las plantas principalmente en verano (Núñez et al., 2000; Hafley, 1996). Con el avance de la edad de las plantas se disminuye la digestibilidad del componente de MS. Como ejemplo, Hill et al. (1993) reporta que el avance de los cortes (Mayo, Julio y Septiembre) en Bermuda Tifton 85 provocó una disminución sobre la digestibilidad *in vitro* de MS (62, 59 y 57%, respectivamente). Sin embargo, observo una tendencia para la variedad de Bermuda Tifton 68 de la digestibilidad de la MS (58, 59 y 53%) por el efecto de avanzar los cortes (Mayo, Julio y Septiembre, respectivamente). Hill et al. (1993) indica que la fibra detergente ácida (FDA) es un indicador que a mayor edad de las plantas (40 y 70 días) se lignifica y aumenta su indigestibilidad, teniendo valores que van de 35 a 37%, respectivamente. Correa (2011) reporta que el avance de 15 días de crecimiento del pasto Kikuyo (40, 55 y 70 días) se eleva el contenido de fibra cruda (26, 27 y 28%, respectivamente).

Cuadro 1. Factores edafo-climáticos de las especies forrajeras C₃ y C₄.

| Nombre Común | Nombre Científico | TO (°C) | PO (mm*año ⁻¹) | pH | TS | Autor |
|---------------------------------------|--------------------------------------|------------|-------------------------------|-----|---------------|------------------------|
| Forrajes templados (C ₃) | | | | | | |
| Alfalfa | <i>Medicago sativa</i> L. | 25 | 1200 | 7.0 | Baja | Villalados (2006) |
| Ballico anual | <i>Lolium multiflorum</i> L. | 24 | 1500 | 7.5 | Moderable | Amaral et al. (2012) |
| Ballico perenne | <i>Lolium perenne</i> L. | 15 | 1250 | 6.4 | Moderada | Núñez et al. (2000) |
| Bromo | <i>Bromos inermes</i> Leyss | 12 | 1000 | 7.0 | Baja | Borrajo et al. (2014) |
| Festuca alta | <i>Festuca arundinacea</i> L. | 20 | 500 | 7.0 | Moderada | Pirela (2005) |
| Orchard | <i>Datylis glomerata</i> L. | 26 | 550 | 6.5 | Moderada | Núñez et al. (2000) |
| Trébol blanco | <i>Trifolium repens</i> L. | 14 | 1200 | 6.0 | Baja-Moderada | Núñez et al. (2000) |
| Trébol subterráneo | <i>Trifolium subterraneum</i> L. | 15 | 900 | 6.1 | Baja | Borrajo et al. (2014) |
| Trébol rojo | <i>Trifolium oratense</i> L. | 12 | 1200 | 6.3 | Baja | Núñez et al. (2000) |
| Forrajes tropicales (C ₄) | | | | | | |
| Bermuda | <i>Cynodon dactylon</i> L. | 27 | 700 | 5.5 | Moderada | Eguiarte et al. (1993) |
| Kikuyo | <i>Pennisetum clandestinum</i> H. | 25 | 1250 | 5.5 | Moderada | Pirela (2005) |
| Maíz | <i>Zea mays</i> L. | 35 | 1100 | 7.0 | Baja | Ruiz (2009) |
| Elefante | <i>Pennisetum purpureum</i> Sch. | 25 | 2200 | 7.0 | Baja | Corpoica (2013) |
| Sudán | <i>Sorghum drummondii</i> Steud. | 32 | 550 | 6.2 | Moderada | Carrasco et al. (2011) |
| Guinea | <i>Panicum máximum</i> Jacq. | 20 | 3500 | 5.5 | Moderada | Peters et al. (2010) |
| Pángala | <i>Digitaria decumbens</i> Stent. | 32 | 1000 | 5.5 | Moderada | Herminio et al. (2006) |
| Estrella africana | <i>Cynodon nlemfuensis</i> vanderyst | 27 | 3500 | 4.5 | Moderada | Peters et al. (2010) |

TO: Temperatura optima en grados centígrados, PO: Precipitación óptima, mm*año⁻¹: Milímetro de lluvias al año, pH: Potencial hidrógeno del suelo, TS:

Tolerancia a la salinidad.

Cuadro 2. Comparación de la composición química de algunos forrajes tropicales y templados.

| Forraje | Valor Nutricional | | | | | | | | | | Autor |
|------------------------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------------------|
| | DIG | PC | FC | FDN | FDA | CEL | HCEL | LIG | CEN | MS | |
| Templados (C ₃) | -----% MS ----- | | | | | | | | | | |
| Heno Ballico anual | - | 18.6 | - | 51.5 | 30.9 | - | 20.6 | 4.3 | 9.6 | 90.4 | NRC (2016) |
| Heno Alfalfa | - | 14.2 | - | 43.4 | 34.2 | - | 9.20 | - | 10.5 | 95.2 | Kowsar et al. (2008) |
| Heno Alfalfa | - | 16.2 | - | 41.4 | 31.6 | - | 9.80 | - | 10.2 | 85.9 | Broderick (1994) |
| Heno Alfalfa | - | 17.1 | - | 29.3 | 13.2 | 10.3 | 16.1 | 1.49 | 8.2 | - | Fasilio (2014) |
| Heno Alfalfa | - | 19.8 | - | 41.7 | 33.3 | - | 8.40 | - | 11.9 | 87.0 | NRC (2016) |
| Alfalfa fresca | - | 19.0 | 27.0 | 46.0 | 35.0 | - | 11.0 | - | 9.0 | 24.0 | NRC (2006) |
| Heno Aromo | - | 8.34 | - | 65.9 | 40.3 | - | 25.6 | - | - | 88.3 | NRC (2016) |
| Heno Aromo | - | 10.0 | 35.0 | 66.0 | 41.0 | - | 25.0 | - | 9.0 | 89.0 | NRC (2006) |
| Tropicales (C ₄) | -----% MS ----- | | | | | | | | | | |
| Pángala | 54.2 | 11.0 | 30.0 | 70.0 | - | 34.1 | 29.3 | 7.0 | - | - | Van Soest (1965a) |
| Guinea | 54.0 | 9.0 | 34.0 | 70.0 | - | 35.0 | 26.0 | 8.0 | - | - | Juárez et al. (2009) |
| Bermuda | 50.0 | 9.0 | 30.0 | 77.0 | - | 32.0 | 38.0 | 7.0 | - | - | Mertens y Ely (1979) |
| Bermuda | - | 11.6 | - | 79.9 | 36.3 | - | - | - | - | - | Hernández y Cuéllar (2007) |
| Bermuda ensilaje | - | 13.5 | - | 66.6 | 40.3 | - | - | 6.4 | 8.68 | 39.0 | NRC (2016) |
| Elefante | 50.0 | 9.0 | 31.0 | 72.0 | - | 36.0 | 28.0 | 8.0 | - | - | Van Soest (1965a) |
| Pángala | 54.0 | 11.0 | 30.0 | 70.0 | - | 34.0 | 29.0 | 7.0 | - | - | Van Soest (1965a) |
| kikuyo | - | 20.5 | - | 58.1 | 30.3 | 26.9 | 26.2 | 5.9 | 10.6 | - | Correa (2011) |
| Heno Sudán | - | 9.40 | - | 64.8 | 40.0 | - | - | - | - | 86.5 | NRC (2001) |
| Heno Sudán | - | 9.0 | - | 58.5 | 36.9 | - | - | 5.0 | 7.59 | 88.7 | NRC (2016) |

Dig = Digestibilidad; PC = Proteína cruda; FC = Fibra cruda; FDN = Fibra detergente neutro; CEL = Celulosa; HCEL= Hemicelulosa; LIG = Lignina; CEN = Cenizas, MS =Materia Seca.

4.2. Ballico anual (*Lolium multiflorum* Lam.)

En 1778 Lamark describió que el Ballico anual (BA) es una especie que pertenece al género *Lolium*, ha sido introducido a todas las regiones templadas y tropicales del mundo y también se ha adaptado a climas áridos, durante la temporada de invierno cuando otras especies forrajeras bajan su rendimiento por efecto de las bajas temperaturas y menos horas de luz (Duthil, 1989; Cantú, 1989; Koh, 1990). Las plantas están compuestas por distintas partes, Hannaway et al. (1999) entiende que el BA al igual que otras especies de gramíneas como el ballico perenne y *Festuca* puede ser identificado por sus partes florales (inflerescencia, espiguilla y semillas) o por sus partes vegetativas (hojas, tallos y raíces). El BA comenzó a cultivarse en Italia en los siglos XIII–XIV, es un forraje muy parecido con ballico perenne (*Lolium perenne* L.) y pertenece a la subfamilia Festucoideae de la familia de las gramíneas o Poaceae (Esculante, 2007). Terrell (1968) menciona que el género *Lolium* está formado por 8 especies nativas como (*multiflorum*, *perenne*, *canariense*, *edwardii*, *parabolicae*, *rigidum*, *ciculum* y *temulentum*) de Europa, norte de África y Asia occidental. En México existen muchas especies forrajeras introducidas para la producción de gando de carne y leche. Como ejemplo, CIPEJ (2015) indica que el BA fue introducida en México con el fin de zacate ornamentales, también fue utilizado como planta forrajera a través de un programa de praderas mejoradas promovido por la Secretaría de Ganadería en 1952. Varios autores, Chalanyer (1994) y Villaseñor y Espinosa (1998) nos indican que el BA cultivado en distintos Estados de México como (Aguascalientes, Morelos, Coahuila, Estado de México, Durango, Puebla, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Jalisco, Baja California, Veracruz y Zacatecas).

4.2.1. Morfología del zacate Ballico anual.

El BA es una planta anual y debe de sembrar en condiciones muy favorables como la preparación del suelo, riego y fertilización para obtener los mejores rendimientos (Muslera et al., 1991; Rzedowski, 2001; Lizzet, 2013). Las ventajas que reúnen el BA por su morfología y fisiología permiten una producción forrajera intensiva y de fácil aprovechamiento en distintas formas como el ensilaje, heno y pastoreo (Sánchez et al., 1981).

4.2.1.1. Hojas

Las hojas del BA están enrolladas en contraste a las hojas del Ballico perenne, las cuales están dobladas en el nudo. Las hojas son de 2 a 6 mm de ancho y de 5 a 15 cm de largo, son puntiagudas y volteadas (Muslera et al., 1991). De otro lado Bartels (1996) menciona que las hojas son brillantes y muy flexibles. De la parte de Elizabeth (2012) las hojas son largas entre 6 a 20 cm de longitud y anchas de 0.4 a 1 cm. Por otra parte, Muslera y Ratera (1999) mencionan que las hojas del BA son largas y anchas, de color verde más claro, casi amarillento, con nervaduras de las hojas más marcadas y el envés muy brillante de color café.

4.2.1.2. Tallos

Los tallos del BA son cilíndricos y la base es de color verde pálido a amarillento, están compuestos de nudos y entrenudos, en cada nudo tiene una hoja (Elizabeth, 2012; Cantú, 1989). Según Gillet (1984) los tallos son largos y ligeramente surcados y tiene una vegetación muy alta. Cada nudo sostiene una hoja, son de 30 a 100 cm de altura dependiendo de la variedad, humedad y condiciones del lugar. La base del tallo es comúnmente rojiza mencionado por Heath et al., 1985 y Hannaway et al. (1999).

4.2.1.3. Espigas

La inflorescencia es una espiga de espiguillas, con dos filas solamente (Gillet, 1984). Al respecto con Velásquez (2009) la inflorescencia de las gramíneas está compuesta por número variado de espiguillas ubicadas sobre el eje principal llamado raquis. Hannaway et al. (1999) menciona que el BA tiene una sola espiga de 10 a 40 cm, normalmente es de 30 cm y la inflorescencia tiene 5 a 38 espigas colocadas de manera alterna en el axis central (raquis). El raquis posee una espiguilla en cada nudo alternado en lados opuestos (Carambola, 2002). Varios estudios han elaborado sobre la comparación de género *Lolium* reportaron que en *Lolium perenne* tiene espiguillas de 2 a 10 flores y su lema generalmente sin arista, *Lolium multiflorum Lam.* tiene espiguillas de 11 a 22 flores. Las blumas pueden llegar la mitad de la espiguilla y su lema normalmente aristado (Loos, 1993; Bennett, 1997).

Las glumas son membranosas y tiene de 3 a 9 nervios (Stace y Cotton, 1980). Las espiquillas se encuentran en forma alterna a lo largo del raquis y tienen 8 a 30 mm de longitud, sin considerar las aristas que contienen de 10 a 20 flósculos y todas las espiquillas, excepto la terminal tienen una gluma (Hannaway et al., 1999).

4.2.1.3. Semilla

Una semilla es un ovario maduro, encerrado por un lema y una palea (Velásquez, 2009). Al respecto con Bartels (1996) el lema del BA es la bráctea inferior de 4 a 8 mm de longitud con arista recta y delgada de hasta 15 mm. El BA tiene un promedio alrededor de 228,000 semillas por libra o (6, 016,000 semillas por kg). De otro lado Hannaway et al. (1999) indica que el BA tiene un promedio de 502,000 semillas por kilo.

4.2.2. Características agronómicas del Ballico anual.

El BA se caracteriza por establecimiento rápidamente y alta tasa de crecimiento en invierno (Demagnet, 1994; Silva y Lozano, 1982) este forraje es muy adaptado a regiones templadas y subtropicales, así como a los climas áridos bajo condiciones de riego como en el valle de Mexicali B. C. También es uno de los zacates anuales que puede tener hasta un metro de altura en su estado vital. Según CIPEJ (2015), el BA es un forraje de excelente calidad de proteína y digestibilidad durante el invierno-primavera y posee un alto valor nutritivo, en el uso de pastoreo, heno o ensilaje (Romero, 1989; Hannaway et al., 1999; Núñez et al., 2000).

4.2.2.1 Condiciones edafo-climáticas

El BA requiere un pH del suelo de 5.5 a 8 para su crecimiento, pero con un 7.5 ocurre un mejor crecimiento (López y Peñaloza, 1990; Hannaway et al., 1999; Mclare y Metherell, 2004). De acuerdo con Alarcón (2007) y Rodríguez et al. (1998), un pH menor a 5.0, puede ser un problema de la toxicidad por aluminio para la producción del BA. Al respecto de las limitaciones del BA distintos autores señalan que existe una relación entre su adaptación y el suelo (Langer, 1981).

En este sentido el suelo debe tener un buen drenaje y se adapta preferentemente a suelos de textura media con pH ligeramente ácido (Ortega y Romero,1992). Al respecto con Hannaway et al. (1999) el BA se adapta a los suelos húmedos con drenajes pobres y es resistente a periodos de inundación continua de 15 a 20 días cuando las temperaturas son inferiores a los 20 °C.

4.2.2.2. Temperatura y precipitación.

La temperatura es un factor que afecta el crecimiento de las plantas, pero que no puede ser manipulado a nivel de campo. McWilliam (1978) indica que que la temperatura óptima para el crecimiento de las especies templadas se encuentra entre 20-25 °C, pero el BA puede soportar las temperaturas hasta 0 °C y un promedio anual 17.9 °C (DNMET, 1992; Cantú, 1989; Lizzet, 2013), aun que las altas temperaturas provocan su muerte. Como ejemplo, Gillet (1984) indica que en la época de verano del valle de Mexicali se limita el crecimiento del zacate BA por el efecto de las óptimas temperaturas mayor a 40 °C. Filho et al. (2003) reporta que con un promedio mínimo de 24.7 °C al mes de Enero, el BA tiene un comportamiento mejor con los valores constituyentes de la pared celular y la producción de forraje. López (1988) indica que el BA es más susceptible que el Ballico perenne a variaciones de extremas de temperaturas. Núñez et al. (2000) señalan que esta especie tiene mejor crecimiento durante el invierno y principios de primavera en las regiones áridas y templadas.

El aumento de temperatura eleva la tasa de elongación foliar, la tasa de aparición de hojas y lámina en la época de primavera y otoño (Swanton *et al.*, 2000; Durand et al., 1999; Berone et al., 2007). El BA tiene las características ambientales necesarias para su comportamiento y adaptación en climas templados, pero crece en climas suaves, húmedos, templados y subtropicales requiere una altura entre 1800 y 3600 msnm, si se encuentra por encima de este rango se reduce su crecimiento (Garcés, 2017. De otro lado Amaral et al. (2012) indica que el BA requiere una precipitación de 1460 msnm.

4.2.2.3. Fotoperiodo

El fotoperiodo es uno de los factores ambientales importante que actua directamente sobre desarrollo vegetativo de las plantas y la mayoría de las plantas forrajeras son sensibles al fotoperiodo y la duración de este varia con la altitud y la estación del año (Liverman, 1960; Whyte et al., 1959; Wang et al., 2004). Adicionalmente, el fotoperiodo es la longitud relativa de hora al día que recibe las plantas (Liverman, 1960; Murneek y Whyte, 1948; Whyte et al., 1959). Al respecto de las necesidades de fotoperiodo de las plantas para sus floraciones, se dividen en 3 clases fotoperiódicas: plantas de días cortos, de días largos, y neutrales (Bonner y Galston, 1959; Nelson y Volenec, 1995). En el valle de Mexicali la luz diurna tiene un promedio de 12 horas, con un mínimo 10 horas en Diciembre y 13:50 de máximo en mayo (Lehman, 1971). El número de hojas en el BA, afectadas por la luz blanca fluorescente de fotoperiodos a temperatura constante 20 °C (Casal et al., 1987; Casal et al., 1990). Como ejemplo, Espinoza et al. (1990) indican que los forrajes como BA y Ballico perenne tienen mejores rendimientos cuando la cantidad de la luz al día encuentra de 8 a 11 horas especialmente en invierno. Del otro lado Hopkins (2000) menciona que los requerimientos de la luz durante el crecimiento y la floración de los forrajes varían, debido a esto este autor ha reportado las cantidades de luz al día de 8 a 13 horas y de 15 a 16 horas para el BA y zacate Timothy respectivamente. De la misma manera en varios estudios con distintos forrajes reportaron que las cantidades de horas de luz que necesitaban las especies para sus floraciones como *Poa pratensis*, *Tripsacum actyloides*, *Muhlenbergia mexicana*, *schreberi* y *Hystrix patulade* 10 a 18 horas; *Bromus inermis* de 13 a 18 horas; *Sorghastrum nutans* entre 13.5 y 18.0 horas; *Poa bulbosa* más de 14 horas (Allard y Evans, 1941). Agreda (1961) realizo un estudio para evaluar los efectos del fotoperiodo pasto Jaragua (*Hyparrhenia rufa*), encontró que la plantas tuvieron una buena floración con 8, 10 y 12 horas y buen estado vegetativo con 12 horas.

4.2.3. Valor nutricional del zacate Ballico anual

El valor nutritivo de las plantas se considera normalmente a la fracción nitrogenada como el valor de proteína cruda y la fracion fibrosa como FDN, la digestibilidad de la MS o MO y puede ser estimado a partir de su composicion quimica, el consumo de MS, la

digestibilidad de MS o por la eficiencia de utilización de nutrientes (Argumentaría et al., 1997; Raymond, 1969; Casque 1987). Varios autores como Oelberg (1956), Mott (1960) y Orcasberro y Fernández, (1982) indican que los forrajes de buena calidad como el BA es muy útil para el bienestar del animal (reproducción, crecimiento, mantenimiento y producción de carne y leche). Los forrajes tienen cambios en su valor nutritivo por su frecuencia de corte, etapa de crecimiento, y las condiciones ambientales (suelo, temperaturas, clima y niveles de fertilizaciones), manejo agronómico (Church, 1984). Varios investigadores han reportado valores nutricionales de esta especie Cuadro 3.

4.2.3.1 Composición química

La composición química es la cantidad de nutrientes orgánicos y minerales presentes en un alimento, así como las existencias constituyentes que influyen sobre la calidad de los forrajes. El valor de proteína cruda es uno de la composición química de los forrajes muy importante para producción de carne y leche. Como ejemplo, en 22 estudios realizados (Cuadro, 3) sobre la composición química del BA encontraron un promedio porcentual 20 para el contenido de PC. En el mismo sentido Özelçam et al. (2015) nos reportaron el valor más bajo con 6% de PC y 29% fue reportado por Abraha et al. (2015), eso nos indica que el BA tiene un rango de 6 a 29% de PC. La fracción no nitrogenada como los valores de FDN y FDA representan con mayores valores que la fracción nitrogenada en el zacate de BA. Por lo tanto, en 22 estudios realizados (Cuadro, 3) sobre la composición química del BA encontraron un promedio porcentual 36 y 50 para los valores de FDA y FDN respectivamente. NRC (1996) reporta el valor más bajo con 22% de FDA y 64% fue reportado por Fariani et al. (1994), aún para el contenido de FDN, el valor inferior fue 28% encontrado por Zhang et al. (1995) y el valor superior reportado por Rodríguez et al. (2002) y Eduardo (2007). En 22 estudios realizados, varios autores reportan que hay una diferencia de 14% del ensilaje del BA en la fracción fibrosa como los valores de FDN y FDA. Varios estudios Özelçam et al. (2015), Eduardo (2007) y Rodríguez et al. (2002) indican que un forraje de alta calidad como el BA tiene 43 y 64% del contenido FDA y FDN respectivamente.

De otro lado, dos autores Meeske et al. (2006) y Lowe et al. (1999a), también encontraron valores similares (29%) para la fracción fibrosa mas indigestible como el valor de FDA. La fracción fibrosa tiene una relación estrecha con la fracción nitrogenada como el valor de PC, eso indica que el avance del estado de madurez de la planta se eleve el contenido de la pared celular como los valores de FDN y FDA (Pinos-Rodríguez et al., 2002). Como ejemplo, en los 6 estudios realizados por distintos autores como Camargo (2006), Fulkerson et al. (2006), Meeske et al. (2006), Filho et al. (2003) Kaneko et al. (2011) y Touno et al. (2014) observan que al incrementar la unidad porcentual del contenido de FDN por el avance de la edad del BA, disminuye el porcentaje de PC con una relacion de 0.40 con un promedio de 21 y 53% de PC y FDN, respectivamente. Sin embargo, Fulkerson et al. (2006) y Meeske et al. (2006) encontraron relaciones similares (0.5) entre el contenido de PC y FDN Cuadro 3.

4.2.3.2. Digestibilidad del Ballico anual.

La digestibilidad del forraje puede ser efectuado por estado de madurez de la planta en forma directa o indirectamente (Ramírez, 2003). La mayor concentración de fibra (25 a 50%) en las raciones de la recepción previene trastornos digestivos durante la transición hacia dietas con mas alta densidad energética. Un forraje con alto valor de fibra limita el consumo máximo de energía. Esta limitación se debe a la tasa relativamente más lenta de degradación ruminal de fibra y de pasaje de partículas de forraje desde el rumen (Kreikemeier et al., 1990). Para que las partículas del alimento transiten del rumen al tracto digestivo posterior, deben digerirse o reducirse suficientemente en tamaño para permitir el paso a través del orificio retículo-omasal (Church, 1993). Allan et al. (2000) entiendan que la determinación de la digestibilidad de los nutrientes es el primer paso en la evaluación del potencial de un alimento para su uso alimenticia. Manríquez (1994) entiende que es la forma de medir el aprovechamiento de un alimento. Varios estudios como Pérez et al. (1991), Özelçam et al. (2015) y Pinos-Rodríguez et al. (2002) con el heno del pasto Ballico anual y Basilio (2014), Yang et al. (2002) y Kowsar et al., (2008) con el heno de Alfalfa sobre la digestión de nutrientes. De los 6 estudios, encontraron que el BA presentó mayor digestibilidad (Cuadro, 5) de la MO comparado con el cultivo de Alfalfa (77 y 58% respectivamente).

Cuadro 3. Composición nutricional (%) del Ballico anual (*Lolium multiflorum* Lam.).

| Nivel de N, Kg*ha ⁻¹ | MS | MO | PC | FC | EE | FDN | FDA | Cen | Autor |
|---------------------------------|------|------|-------|-------|------|-------|------|------|----------------------------------|
| - | 90.8 | 91.9 | 6.35 | 30.22 | 1.84 | 59.08 | 36.3 | - | Özelçam et al. (2015) |
| - | - | - | 19.0 | 20.0 | 3.4 | - | - | 15.0 | Lizárraga et al. (2007) |
| - | 83.0 | - | - | - | - | 28.0 | - | - | Zhang et al. (1995) |
| - | - | - | 25.0 | - | - | - | - | - | Thom y Prestidge (1996) |
| - | - | - | 17.0 | - | - | 61.0 | 38.0 | 17.0 | NRC (1996) |
| - | - | - | 20.0 | - | - | 43.0 | 28.0 | - | Rodríguez (1995) |
| - | - | - | 19.0 | - | - | - | - | - | Partida (2003) |
| - | 92.0 | - | 26.0 | - | - | - | - | 12.0 | Escalente (2007) |
| - | - | - | - | - | - | - | - | 13.0 | Lizarraga et al. (1995) |
| - | 73.0 | 90.0 | 13.0 | 35.0 | 7.7 | 64.0 | 43 | - | Özelçam et al. (2015) |
| - | 90.0 | 87.0 | - | - | - | 34.0 | - | 14.0 | Mario et al. (2011) |
| - | 88.0 | 85.0 | 15.0 | - | - | 64.0 | 43.0 | 15.0 | Eduardo (2007) |
| - | 87.6 | 84.7 | 14.81 | - | - | 64.2 | 43.3 | 15.3 | Rodríguez et al. (2002) |
| - | 15.0 | - | 21.0 | - | - | - | - | - | Villiers y Ryssen (2001) |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | Meissner et al. (1993) |
| - | - | - | 29.0 | - | - | 41.0 | - | - | Abraha et al. (2015) |
| 224 | 14.0 | - | - | - | - | 39.0 | 26.0 | - | Zhang et al. (2014) |
| - | - | - | 25.0 | - | - | - | - | - | Reeves et al. (1996b) |
| - | - | - | 25.0 | - | - | - | - | - | Fulkerson et al. (1998) |
| - | - | - | 23.0 | - | - | 51.0 | 29 | - | Lowe et al. (1999 ^a) |
| - | - | - | 22.0 | - | - | 44.0 | 22 | - | Fulkerson et al. (2006) |
| - | - | - | 26.0 | - | - | 51.0 | 29 | - | Meeske et al. (2006) |
| - | - | - | 27.0 | - | - | 44.0 | - | - | Fulkerson et al. (2007) |
| 45 | 30.0 | - | 19.0 | - | - | 63.0 | 37 | - | Filho et al. (2003) |
| 200 | 15.0 | - | 21.0 | - | - | - | - | - | Özelçam et al. (2015) |
| - | 88.0 | 85.0 | 15.0 | - | - | - | 43.0 | 15.0 | Rodríguez et al. (2002) |
| - | - | - | - | - | - | 64.0 | 39.0 | - | Fonseca et al. (2005) |
| - | - | - | - | - | - | 52.0 | 64.0 | - | Fariani et al. (1994) |
| - | 37.3 | - | 16.4 | - | 4.7 | 46.6 | 28.0 | - | Kaneko et al. (2011) |
| - | 32.2 | - | 8.8 | - | 3.6 | 41.8 | 25.3 | - | Touno et al. (2014) |

PC=Proteína cruda; FDA= Fibra detergente ácido; FDN= Fibra detergente neutro; MO= Materia orgánica; CEN= Cenizas; MS= Materia Seca.

Cuadro 4. Composición nutricional del Ballico anual fresco, ensilaje y heno en base seca.

| Nutrientes | Fresco | Ensilaje | Heno | Autor |
|-------------------|----------------|----------|-------|------------------------|
| | -----% BS----- | | | |
| Contenido Celular | | | | |
| MS | 22.27 | 25.43 | 90.77 | Özelçam et al., (2015) |
| MO | 90.29 | 88.80 | 91.91 | |
| PC | 12.83 | 8.91 | 6.35 | |
| EE | 2.49 | 2.83 | 1.84 | |
| FC | 30.90 | 35.06 | 30.22 | |
| ELN | 44.09 | 42.67 | 53.56 | |
| Pared Celular | | | | |
| FDN | 57.41 | 63.70 | 59.08 | Özelçam et al., (2015) |
| FDA | 35.32 | 43.29 | 38.26 | |
| HCEL | 22.09 | 20.41 | 20.82 | |
| LIG | 8.86 | 5.55 | 7.30 | |
| Contenido Celular | | | | |
| MS | 24.30 | - | 91.23 | Espinoza (1995) |
| MO | 89.29 | - | 87.28 | |
| PC | 12.75 | - | 14.62 | |
| Pared Celular | | | | |
| FDN | 54.93 | - | 51.04 | Espinoza (1995) |
| FDA | 28.56 | - | 27.23 | |

PC= Proteínacruda; FDA= Fibra detergente ácido; FDN= Fibra detergente neutro; MO= Materia orgánica; ELN= Extracto libre de Nitrógeno HCEL= Hemicelulosa; LIG= Lignina.

Cuadro 5. Digestión de nutrientes en novillos alimentados con heno de Alfalfa y Ballico anual.

| Forraje | MS | MO | FDN | FDA | N | CEL | LIG | Autor |
|------------------------|------------------|------|------|------|------|------|-------|-------------------------------|
| Digestión ruminal | | | | | | | | |
| | ----- % MS ----- | | | | | | | |
| Heno de Ballico anual | 70.8 | 85.1 | 57.1 | 28.8 | 11.8 | - | - | Pérez et al. (1991) |
| Heno de Ballico anual | 79.6 | 81.4 | 59.1 | 38.3 | 65.2 | - | - | Özelçam et al. (2015) |
| Heno de Ballico anual | 53.5 | 63.4 | 71.3 | 60.3 | 63.9 | - | - | Pinos-Rodríguez et al. (2002) |
| Ballico anual fresco | 73.1 | 75.1 | - | - | 75.0 | - | - | Özelçam et al. (2015) |
| Heno de Ballico anual | - | 73.9 | 57.8 | - | 73.5 | - | - | Álvarez et al. (2008) |
| Heno de Alfalfa | - | 65.9 | 50.4 | 35.1 | 102 | 46.1 | 5.2 | Basilio (2014) |
| Heno de Alfalfa | - | 52.1 | 40.3 | 41.3 | 51.0 | - | - | Yang et al. (2002) |
| Heno de Alfalfa | - | 55.3 | 43.4 | 42.6 | 56.0 | - | - | Kowsar et al. (2008) |
| Heno de Alfalfa | 67.1 | 68.4 | 56.6 | 55.5 | 71.6 | - | - | Pinos-Rodríguez et al. (2002) |
| HBAT | - | 56.0 | 73.3 | 66.6 | - | 81.0 | - | Espinoza (1995) |
| Digestión Post-ruminal | | | | | | | | |
| | ----- % MS ----- | | | | | | | |
| Ballico anual fresco | - | 64.0 | 41.2 | - | 75.1 | - | - | Álvarez (2008) |
| Heno de Ballico anual | - | 64.0 | 41.2 | - | 75.1 | - | - | Álvarez et al. (2008) |
| HBAT | - | 54.9 | - | - | 77.0 | - | - | Espinoza (1995) |
| Heno de Alfalfa | - | 22.9 | 11.3 | - | 61.9 | - | - | Yang et al. (2002) |
| Heno de Alfalfa | - | 29.3 | 11.3 | - | 61.9 | - | - | Yang et al. (2002) |
| Heno de Alfalfa | - | 51.3 | 17.1 | 18.2 | 74.7 | 19.5 | 13.3 | Basilio (2014) |
| Digestión total | | | | | | | | |
| | ----- % MS ----- | | | | | | | |
| Ballico anual ensilaje | 69.3 | - | 51.9 | 53.0 | 59.1 | - | - | Touno et al. (2014) |
| Heno de Ballico anual | - | 86.0 | 40.0 | - | 29.0 | - | - | Mejia-Delgado (2011) |
| Heno de Ballico anual | 83.9 | 85.7 | 75.2 | - | 79.0 | - | - | Álvarez et al. (2008) |
| HBAT | - | 74.0 | 69.5 | 61.8 | 73.0 | 77.0 | - | Espinoza (1995) |
| Heno de Alfalfa | - | 74.4 | 59.0 | 47.7 | 79.3 | 57.3 | 18.35 | Basilio (2014) |
| Heno de Alfalfa | 75.6 | 76.6 | 68.1 | 61.9 | 76.0 | - | - | Kowsar et al. (2008) |
| Heno de Alfalfa | - | 66.5 | 51.6 | 53.2 | 64.5 | - | - | Yang et al. (2002) |
| Heno de Alfalfa | - | 77.0 | 39.0 | - | 28.0 | - | - | Mejia-Delgado (2011) |

FDA= Fibra detergente ácido; FDN= Fibra detergente neutro; MO= Materia orgánica; CEN= Cenizas; MS= Materia Seca; N= nitrógeno; CEL= Celulosa, LIG= Lignina; HBAT= Heno de Ballico anual y trébol.

4.2.3.2.1. Digestión de diferentes cortes del Ballico anual.

La absorción ruminal tiene un papel importante en la digestibilidad la MS. Hogan y Phillipson (1990) encontraron que la degradabilidad de la MS fue mayor en la digestión hacia el flujo de duodeno que al intestino delgado y el intestino grueso (11, 19 y 70% respectivamente). Por otro lado, cuando las condiciones en el rumen son favorables para la digestión óptima de FDN, la digestión ruminal de FDN es responsable del 80% o más de lo que es considerado como máximo, cuando la digestión ruminal de FDN excede 45%), por lo tanto, las limitaciones a la digestión de la fibra están más relacionadas con la naturaleza física-química de la fibra y su accesibilidad al proceso fibrolítico.

La edad de corte afecta negativamente la digestión de MS. Como ejemplo, Cervantes et al. (2000) reportan que la fecha de corte avanzada fue afectada negativamente la composición nutricional, disminución de la degradabilidad ruminal, el flujo a duodeno y la digestibilidad postruminal y total de la MS (Cuadro, 6). Estos autores encontraron una disminución lineal (48.9, 44.3 y 36.4%) en la digestibilidad total de MS, al avanzar el estado de madurez de la planta (temprano, intermedio y tardío, respectivamente). En coincidencia con Álvarez (1994) reporta que el avance de la edad de corte (Enero y Abril) se disminuye (33%) la digestibilidad total de MS 75 y 50% del pasto BA y el Trébol-berseem respectivamente (Cuadro, 6). En contraste Zapata (1995) realizó un estudio sobre el estado de madurez del BA, encontró un incremento (8%) de la digestibilidad total de MS de 73, 75 y 79% para el periodo I (2-6 de abril), periodo II (29 abril – 2 mayo) y periodo III (5-10 mayo) respectivamente. Otro estudio previo Hill et al. (1993) informan que los zacates Bermuda tifton 68 tiene 58.8 y 61.9% de la digestibilidad de MS y tifton 85 tiene 53.1 y 57.3% cuando el forraje se cosecha en el mes de mayo y de septiembre respectivamente). Alomar et al., (1997) realizaron un estudio para evaluar el efecto del corte (3 y 4) sobre la digestibilidad de la materia seca (DMS) del zacate BA (*Lolium multiflorum*, Cv. Concord) encontraron que al aumentar la madurez el forraje original redujo su concentración de PC (de 13,4 a 7,8%) y aumentó su concentración FDN (de 50,8 a 60,9%), FDA (de 30,6 a 39,5% respectivamente).

Cuadro 6. Digestión ruminal, postruminal y total de nutrientes del Ballico anual cosechado en distintos estados fenológicos ofrecido a novillos Holstein.

| Nutriente | Mes de cada corte | | | Autor |
|--|-------------------|-------|------|-------------------------|
| | Febrero | Marzo | Mayo | |
| Degradabilidad ruminal, % | | | | |
| MS | 59.2 | 55.5 | 51.7 | Cervantes et al. (2000) |
| MO | 69.5 | 62.4 | 57.9 | |
| PC | 92.8 | 78.7 | 79.9 | |
| FDN | 81.3 | 71.9 | 67.1 | |
| MS | 48.9 | 44.3 | 36.4 | |
| Degradabilidad Postruminal, % Flujo a duodeno | | | | |
| MS | 80.1 | 73.0 | 66.9 | Cervantes et al. (2000) |
| MO | 79.4 | 72.5 | 64.4 | |
| PC | 86.7 | 83.8 | 79.1 | |
| MS | 50.9 | 38.9 | 31.3 | Álvarez (1996) |
| MO | 47.7 | 38.0 | 25.0 | |
| PC | 68.3 | 64.5 | 58.7 | |
| Degradabilidad intestinal, % de lo ingerido | | | | |
| MS | 25.2 | 19.2 | 21.5 | Álvarez (1996) |
| MO | 15.5 | 16.1 | 13.7 | |
| PC | 50.9 | 67.1 | 64.5 | |
| Degradabilidad total, % | | | | |
| MS | 57.9 | 69.3 | 53.1 | Álvarez (1996) |
| MO | 82.3 | 75.2 | 58.6 | |
| PC | 57.4 | 67.6 | 54.9 | |
| FDN | 80.6 | 70.8 | 51.7 | |
| FDA | 63.0 | 58.8 | 27.6 | |
| Degradabilidad ruminal, % | | | | |
| MS | 59.2 | 55.5 | 51.7 | Cervantes et al. (2000) |
| MO | 69.5 | 62.4 | 57.9 | |
| PC | 92.8 | 78.7 | 79.9 | |
| FDN | 81.3 | 71.9 | 67.1 | |
| Digestibilidad post ruminal, % de lo consumido | | | | |
| MS | 32.7 | 32.3 | 32.2 | Cervantes et al. (2000) |
| MO | 24.2 | 27.1 | 27.1 | |
| PC | 56.7 | 69.2 | 61.0 | |

FDN = Fibra detergente neutro; FDA= Fibra detergente ácido MO= Materia orgánica; MS = Materia Seca; PC= Proteína Cruda.

4.2.3.3. Consumo de nutrientes del heno de Ballico anual y Alfalfa.

El consumo de materia seca ($\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$) es una medida básica del comportamiento de pastoreo y de la nutrición animal. Esta variable integra a la tasa de consumo de materia seca y al tiempo de pastoreo por día (Dougherty, 1992). Existen varios factores que afectan el consumo de MS de una dieta: el tamaño, condición corporal y etapa fisiológica del animal, sistema de pastoreo, falta de agua, estado de madurez y el alto nivel de contenido de fibroso de las plantas (Barlow et al., 1988, 1982; NRC, 2016). Villiers y Ryssen (2001) demostraron que al incrementar la dosis de N (200, 400 y 600 Kg de $\text{N}\cdot\text{ha}^{-1}$) provocó una tendencia sobre el consumo de la MS (1544, 1596 y 1558 $\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$) del zacate BA. El BA consumido en pastoreo tiene una elevación directa del consumo de MS (Holloway et al., 1983). Por otro lado, Lipke (1990) indica que los forrajes ensilajes reducen el consumo de MS por el alto nivel de humedad. En coincidencia por el efecto de la humedad en dieta, Espinoza (1995) quien encontró una disminución de consumo de MS (16120 y 14755 $\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$) del BA asociado con trébol (frescos y henificados, respectivamente) cuando ofrecieron a las vacas lecheras y (12350 y 10190 $\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$, respectivamente) ofrecido a novillos Holstein (Cuadro, 8). De la misma manera, Álvarez (1996) encontró que el consumo de MO incrementó en forma lineal (4135, 5712 y 6130 $\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$) del primer al tercer (Febrero, Marzo y Mayo) corte del BA producido en el valle de Mexicali alimentado con novillos Brangus Cuadro 7. La fertilización nitrogenada tiene una relación estrecha relacionada con la calidad del forraje y el consumo de la PC. Como ejemplo, Camargo (2006) encontró al incrementar la dosis de N (100, 200 y 300 Kg de $\text{N}\cdot\text{ha}^{-1}$) provocó un incremento sobre el Consumo de N (50, 51 y 56 $\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$) del heno de BA alimentado por novillos Holstein. Coblenz et al. (2000) menciona que al aumentar la madurez de la planta se eleva el contenido de pared celular como los valores de FDN y FDA y lignificación, mientras que se disminuye el contenido de N y su consumo. Coincidiendo con Van Soest (1965) quien menciona que al incrementar la fracción fibrosa como el valor de FDN en la dieta, también reduzca su consumo por el animal. Adicionalmente, Cervantes et al. (2000) mencionaron que la edad de cortes (temprano, intermedio y tardío) del ballico anual provoco una tendencia a disminuir sobre el consumo de N (84, 114 y 99 $\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$ respectivamente) ofrecido a los novillos Holstein. Las leguminosas presentan mayor valor de FDN que las gramíneas en la dieta, así como el valor de consumo de este contenido. Como ejemplo Delgadillo et al. (2011) encontró que el heno de BA presentó menor valor de consumo de la FDN comparado con el heno de alfalfa (2.1 y 2.2 $\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$ respectivamente)

Cuadro 7. Consumo de nutrientes del heno de Ballico anual cortado en distinto estado de madurez alimentados por novillos Holstein en el valle de Mexicali.

| Mes de corte | MS | MO | PC | FDN | FDA | NH ₃ | Autores |
|--------------|-------------------------------|------|-----|--------|------|-----------------|-------------------------|
| | ----- g*d ⁻¹ ----- | | | | | | |
| Febrero | 4660 | 4135 | 855 | 2773 | 1093 | - | Álvarez (1996) |
| | 1849 | 1258 | 525 | 520 | - | 7.6 | Cervantes et al. (2000) |
| Marzo | 6152 | 5712 | 893 | 4026 | 2001 | - | Álvarez (1996) |
| | 2741 | 2174 | 713 | 1122 | - | 8.8 | Cervantes et al. (2000) |
| Mayo | 6350 | 6130 | 821 | 4187 | 1936 | - | Álvarez (1996) |
| | 3074 | 2572 | 619 | 1356.0 | - | 9.7 | Cervantes et al. (2000) |

PC =Proteína cruda; FDA = Fibra detergente ácido; FDN = Fibra detergente neutro; MO = Materia orgánica; NH₃ = Nitrógeno amoniacal, MS = Materia Seca.

Cuadro 8. Consumo de nutrientes en distinto nivel de fertilización nitrogenada del heno de Ballico anual fresco y henificado alimentados por novillos y las vacas lecheras Holstein en el valle de Mexicali.

| Animal/Estado de las plantas. | MS | MO | N | FDN | FDA | CEL | Autor |
|---------------------------------------|-------------------------------|-------|------|------|------|------|-----------------------|
| | ----- g*d ⁻¹ ----- | | | | | | |
| Forrajes frescos | | | | | | | |
| FV | 16120 | 14394 | 329 | 8855 | 4604 | 3675 | Espinoza (1995) |
| FN | 12350 | 11027 | 252 | 6784 | 3527 | 2816 | |
| BAF | 2804 | 2480 | 48.8 | 1773 | - | - | Valencia (2015) |
| Forrajes henificados | | | | | | | |
| HV | 14755 | 12698 | 345 | 7531 | 4018 | 3408 | Espinoza (1995) |
| HN | 10190 | 8770 | 238 | 5201 | 2775 | 2354 | |
| HN | 4045 | 3604 | 88 | 770 | - | - | Álvarez et al. (2008) |
| HN | 4917 | 4157 | 730 | 2299 | - | - | Flores (1998) |
| HBA | 3619 | 3159 | 75.7 | 1343 | | | Valencia (2015) |
| Dosis, Kg de N*ha⁻¹ | | | | | | | |
| 100 | 3378 | 3235 | 50 | 1086 | - | - | Eduardo (2007) |
| 200 | 3377 | 3222 | 51 | 1138 | - | - | |
| 300 | 3393 | 3166 | 65 | 1162 | - | - | |

FDA= Fibra detergente ácido; FDN= Fibra detergente neutro; MO= Materia orgánica; NH₃= Nitrógeno amoniacal MS= Materia Seca, CEL= Celulosa; HV= Heno de Ballico anual-trébol ofrecido a vacas; HN= Heno de Ballico anual-Trébol ofrecido a novillos; FV= Ballico anual-Trébol fresco ofrecido a vacas; FN= Ballico anual-trébol fresco ofrecido a novillos; N= Nitrógeno, BAF= Ballico anual fresco ofrecido a novillos, HBA= Heno de Ballico anual.

5.2.2.2. Eficiencia de utilización del Ballico anual.

La eficiencia de los nutrientes en los rumiantes reduce la síntesis de proteína microbiana, la cantidad de aminoácidos que llega al intestino delgado y la producción de carne y leche, aunque los factores de mayor importancia que generan estas limitaciones son la energía y la proteína (Clark et al., 1992). El BA es una excelente gramínea por su valor nutricional y alto rendimiento, pudiendo ser utilizada para la producción de carne y leche en forma de pastoreo y henificado. Dentro de las especies anuales, el zacate BA es muy importante en la eficiencia del uso fundamental en la producción animal de carne y leche (Villatoro, 1999). En los estudios realizados como Nocek y Russel (1988) y Henning et al. (1993) señalan que una gran proporción de MS y MO del alimento desaparecen en el rumen, se utilizan como fuente de energía para la síntesis de proteína microbiana por el animal. Un estudio de Van Soest (1994) reporta que, al incrementar el nivel de consumo de MS, reducen los costos energéticos de mantenimiento de los microorganismos porque disminuye el tiempo que estos permanecen en el rumen y se incrementa el flujo de partículas en el rumen. De esta forma aumenta el número de bacterias adheridas al alimento que sale del rumen hacia al abomaso y al duodeno, reduce la proteína microbiana. Eduardo (2006) reporta que al elevar la dosis de fertilización con N (100, 200 y 300 Kg de N/ha) provocó una caída al nivel mas alto sobre la eficiencia del N (1.37, 1.39 y 1.29). En Coincidencia con Zhang et al. (1995) sostiene que los niveles altos de fertilización con N disminuyen la eficiencia microbial del heno de BA. Cervantes et al. (2000) encontró el avance de corte (Febrero, Marzo y Mayo) incrementó (23.6%) la eficiencia de NA (8, 9 y 10 g*d⁻¹, respectivamente) del BA Cuadro 10.

Cuadro 9. Eficiencia de proteína del zacate Ballico anual alimentado por los novillos Holstein en el valle de Mexicali.

| Animal/Estado de las plantas. | NS | SM | HP | Autor |
|---|-----|-----|-----|---------------|
| Eficiencia Microbial (100 g de materia orgánica aparentemente fermentado) | | | | |
| PMEfM | 16 | 17 | 22 | Flores (1998) |
| PMEP | 18 | 20 | 27 | |
| PNNA | 0.7 | 0.8 | 1.1 | |

NS = Heno de ballico anual sin suplemento; SM = Heno de Ballico anual + Sorgo molido; HP= Ballico anual+ harina de pescado, PMEfM= Proteína microbiana (Eficiencia microbiana), PMEP=Proteína microbiana (Eficiencia proteica), PNNA=Proteína no amoniacal (proteína cosumida).

Cuadro 10. Eficiencia de proteína del Ballico anual en tres estados fenologicos alimentado por novillos Holstein en el valle de Mexicali.

| Mes de corte | PCM | PCNM | NA | Autor |
|--------------|-----|---------------------------------------|------|-------------------------|
| Febrero | 423 | ----- g*d ⁻¹ ----- 57.5 | 7.60 | Cervantes et al. (2000) |
| Marzo | 476 | 183 | 8.80 | |
| Mayo | 419 | 140 | 9.70 | |

PCM= Proteína cruda microbiana en flujo de duodeno, PCNM= Proteína cruda no microbiana en flujo de duodeno, NA= nitrógeno amoniacal.

5.2.3. La edad de cortes y pastoreo sobre el valor nutricional del zacate Ballico anual.

Los cortes se afectan el contenido nutritivo de los forrajes, por lo cual tienen una reducción de las hojas y un incremento de tallos conforme al aumento del número de cortes, pero depende de la especie (Coblentz et al., 2000). Del mismo sentido aumenta la resistencia de la pared celular al ataque microbiano (Owens et al., 2009). Muchos estudios realizados por distintos autores Álvarez (1996), Coblentz et al. (2000) y Cervantes et al. (2000) encontraron que los días de cortes provocaron una disminución sobre la fracción nitrogenada y un incremento de la fracción fibrosa de la planta. Coincidiendo con Mejia-Delgadillo (2011) reporta que al incrementar la edad (45 y 90 días) de la planta, se eleva su contenido de FDN cercano a uno (35.1 y 35.7%) en la paja de trigo alimentado por novillos Holstein.

De la misma manera, Escalante (2007) indica que al aumentar los días de cortes (14 y 24) incrementa el contenido de la MO con (80 a 81%, respectivamente). En coincidencia con otros investigadores como Cervantes et al. (2000) realizaron un estudio para evaluar la época de corte sobre la composición nutricional de BA alimentado por novillos, encontraron que la edad de los cortes (Febrero, Marzo y Mayo) tendió un incremento sobre el valor nutricional de la planta (Cuadro 11), como el valor de la MO (90, 94 y 95%, respectivamente). De la misma manera Zhang et al. (1995) reporta que al avanzar la edad de rebrote del BA se disminuye el contenido de proteína cruda (PC). De otra parte, Chilbroste et al. (2000) también realizaron un estudio sobre el Ballico perenne encontraron el mismo efecto a disminuir (27 a 18) del contenido de PC, en respuesta de incrementar los días del crecimiento (16 y 30, respectivamente). En coincidencia con Escalante (2007) quien encontró una disminución sobre la PC, en respuesta del avance de la edad de la planta. Varios autores han realizado trabajos sobre la frecuencia de corte y producción de materia seca en Ballico perenne (Turner et al., 2006a; Velasco et al., 2007; Donaghy y Adamczewski, 2008) y otros trabajos de Fulkerson et al. (2006) y Callow et al. (2005), quienes trabajaron con Ballico perenne asociado con BA, se observaron un incremento en la producción MS obtenida al avance de la frecuencia de corte. Guerra (1997) encontró que al segundo periodo (Cuadro 12) de pastoreo, el BA presentó mayor valor de la composición química excepto para los valores de MS y MO.

Cuadro 11. Composición nutricional (%) en diferentes estados fenológicos del cultivo Ballico anual en praderas irrigadas en el valle de Mexicali.

| Tiempo/cortes | MS | MO | PC | FDN | FDA | CEN | Autores |
|---------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-----------------------------|
| Febrero | - | 90.0 | 20.0 | 56.1 | 23.10 | - | Cervantes et al. (2000) |
| | 90.6 | 81.8 | 17.9 | 56.1 | 23.1 | 16.5 | Álvarez (1996) |
| Marzo | 92.4 | 86.5 | 14.3 | 59.9 | 30.2 | 12.4 | Álvarez (1996) |
| | - | 93.6 | 15.6 | 59.9 | 30.20 | - | Cervantes et al. (2000) |
| | 91.2 | 79.2 | 14.9 | 70.7 | - | 12.04 | Escalante (2007) |
| Mayo | - | 94.6 | 14.4 | 62.0 | 29.7 | - | Cervantes et al. (2000) |
| | 92.5 | 80.0 | 13.8 | 44.1 | - | 12.52 | Escalante (2007) |
| | 94.6 | 89.5 | 13.4 | 62.0 | 29.7 | 10.0 | Álvarez (1996) |
| Junio | 93.9 | 82.7 | 11.2 | 52.5 | - | 11.27 | Escalante (2007) |
| Enero-Febrero | 18.5 | - | 25.7 | 58.6 | 27.33 | - | Villalobos y Sánchez (2010) |
| Marzo-Abril | 19.2 | - | 24.5 | 54.9 | 26.3 | - | Cervantes et al. (2000) |
| Mayo-Junio | 16.4 | - | 24.4 | 48.93 | 26.3 | - | |
| Julio-Agosto | 14.5 | - | 24.3 | 48.83 | 24.6 | - | |
| Septiembre-October | 14.3 | - | 26.3 | 47.51 | 25.6 | - | |
| Noviembre-Diciembre | 13.1 | - | 26.0 | 43.77 | 23.4 | - | |
| Semana | | | | | | | |
| 2 | 92 | 80.0 | 15.3 | 38.07 | - | 12.03 | Escalante (2007) |
| 4 | 93.1 | 81.3 | 11.4 | 51.46 | - | 11.86 | |

PC = Proteína cruda; FDA = Fibra detergente ácido; FDN = Fibra detergente neutro; MO = Materia orgánica; CEN = Ceniza; MS = Materia Seca; Semana 2 = 14 días de crecimiento; Semana 4 = 28 días de crecimiento.

Cuadro 12: Efecto de pastoreo sobre la composición química de Ballico anual (*Lolium multiflorum* Lam.) y Ballico anual asociado con Trébol berseem (*Trifolium alexandrinum* L.).

| Periodo de pastoreo | MS | MO | PC | FDN | FDA | HCEL | Autor |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| -----% MS----- | | | | | | | |
| Ballico anual | | | | | | | |
| Pastoreo 1 | 91.95 | 81.40 | 11.29 | 43.81 | 24.10 | 19.71 | Guerra (1997) |
| Pastoreo 2 | 92.13 | 80.80 | 12.67 | 52.47 | 28.92 | 23.55 | |
| Pastoreo 3 | 92.67 | 81.50 | 10.23 | 49.04 | 25.92 | 23.12 | |
| -----% MS----- | | | | | | | |
| Ballico anual -Trébol berseem | | | | | | | |
| Pastoreo 1 | 92.41 | 82.25 | 10.83 | 41.82 | 22.45 | 19.37 | Guerra (1997) |
| Pastoreo 2 | 92.75 | 81.27 | 10.85 | 48.28 | 26.87 | 21.41 | |
| Pastoreo 3 | 92.67 | 82.24 | 12.68 | 55.78 | 26.97 | 28.81 | |

PC=Proteína cruda; FDA = Fibra detergente ácido; FDN = Fibra detergente neutro; MO = Materia orgánica; MS = Materia seca, HCEL= Hemicelulosa.

5.3. Fertilización Nitrogenada

El nitrógeno (N) es un elemento esencial para la producción, crecimiento y el desarrollo de la planta, calidad de los forrajes. Sin embargo, el exceso de la dosis de N y época de aplicación pueden provocar daños a las plantas también al suelo (Loterio y Monsalve, 1970; Rocha et al., 2000; Mazzanti et al., 1997). Las deficiencias de N en el suelo es un problema grave para la producción y calidad de los forrajes y pueden ser corregidas de dos formas: rápida, mediante o lenta (Mazzanti et al., 1997; Rawnsley et al., 2001). De otro lado, Elizondo (2002) y Col et al. (2003) informan que el N es un elemento importante para la producción animal porque forma parte de los aminoácidos que constituyen la proteína de tejidos, leche, huevos y lana. Otros estudios como Fessehazion et al. (2011) y Fessehazion et al. (2014^a) indican que el efecto principal de la fertilización nitrogenada en las gramíneas como el BA es aumentar la calidad del material foliar de la planta. La respuesta de las plantas a la fertilización nitrogenada depende del tipo de suelo, nivel de fertilidad, balance mineral, especie de forraje y condiciones climáticas. (Silva et al., 2006). Eckard en distintos años (1986, 1989 y 1990b) se entiende que la fertilización nitrogenada no solamente tiene importancia sobre la (MS) de los forrajes, pero también influye sobre la composición química del forraje. La adición de N aumenta la elongación de lámina en el forraje del clima templado como Festuca alta (Volenc y Nelson, 1984; Gastal y Nelson, 1994; Rademacher y Nelson, 2001).

4.3.1 Efecto del nitrógeno sobre la producción de forraje.

La producción de los forrajes es la cantidad de kilogramos o tonelada de MS por hectárea, de acuerdo con datos del SIAP (2008) en México se producen (8,139, 4,561 y 2,349 ha) del BA en los estados de Sonora, Baja California y Chihuahua, respectivamente. En distintos Estados de México (Puebla, México y Tamaulipas) el BA tiene una producción por encima de 55 ton*ha⁻¹ por su alta producción de MS (55, 66 y 70 ton*ha⁻¹, respectivamente). Para Calmin (1976) es una gramínea que produce 25.7% más rendimiento que el Ballico perenne.

El tiempo de la aplicación y la cantidad de la fertilización nitrogenada son factores importantes que deben conocer para el mayor crecimiento y maximizar el rendimiento del forraje (Wolton et al., 1971; Morrison, 1980; Jenkinson, 2001). Diversos investigadores como Casler y Carlson (1995), Carámbula (2002) y Mazzanti et al. (1994) encontraron que al elevar de la dosis de N (100 a 500 kg de N*ha⁻¹) elevó también los rendimientos de la MS del forraje como el Bromegrass. El incremento la fertilización nitrogenada (Cuadro,13), incrementa la productividad de la pastura por sus efectos directos sobre la fisiología y morfología y crecimiento, pero depende de las condiciones ambientales (Wilman y Wright, 1983; Whitehead, 1995). En 5 estudios (Cuadro, 13) obtuvo un promedio de 11,829 Kg de MS*ha⁻¹, en respuesta de la fertilización iban de 100 hasta 392 Kg de N*ha⁻¹. Aunque la mayor producción de forraje seco (18,800 Kg de MS*ha⁻¹) encontró en un estudio muy antigua (29 años) realizó por Teuber et al. (1988) y una producción de 1, 193 Kg de MS*ha⁻¹, fue mucho menos a 10 veces reportado por Varella et al. (2010). Varios autores encontraron que, al elevar la dosis de nitrógeno, también se aumenta la producción de MS en Ryegrass perenne (Schil, 1997; Carámbula, 2002; Escalante, 2007). El incremento en la producción de MS*ha⁻¹, en respuesta de la fertilización con N, puede ver una disminución sobre la digestión de los contenidos de materia orgánica y proteína (Combellas et al., 1972). En contraste Martínez y García (1976) indica que al incrementar la frecuencia de pastoreo (1 ,2 y 3) disminuye la producción de MS de las gramíneas como el BA (23,000; 10,000 y 11,000 Kg de MS*ha⁻¹*año⁻¹, Respectivamente). Adicionalmente Marino et al. (1996) Greenquist et al. (2011) indican que al aumentar la producción total de MS se mejora el valor nutritivo del forraje por el aumento en la relación hoja/tallo. El efecto de la fertilización es también dependiente de las variedades, Escalante (2007) se realizó un estudio en valle de Mexicali para evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada (0, 125; 250 y 375 Kg de N ha⁻¹) sobre la producción de forrajera en las variedades diploide y tetraploide de Ballico anual, demostrando que la producción de MS fue mayor en la variedad diploide con un promedio de 1,487 Kg de MS*ha⁻¹ mientras que en la variedad tetraploides dicho valor fue de 1406Kg de MS*ha⁻¹. McGowan (1987) demuestra que el BA más eficiente comparado con Alfalfa, en respuesta de los niveles de la fertilización nitrogenada muy bajos (19. Y 15 Kg MS*kg⁻¹ de N, respectivamente). De manera similar otros estudios como Eckard (1994, 1990b) y Whitehead (1995) confirmaron que el BA tiene mayor eficiente comparado con Ryegrass perenne, en respuesta de la fertilización con N (14 y 25 kg de MS*kg⁻¹ de N respectivamente).

Cuadro 13. Efecto de niveles de fertilización nitrogenada sobre la producción de forraje y altura del Ballico anual (*Lolium multiflorum* var. Tetraploide).

| Dosis Kg de N*ha ⁻¹ | Forraje verde Kg de MS*ha ⁻¹ | Forraje seco Kg de MS*ha ⁻¹ | Altura Cm | Autor |
|-----------------------------------|--|---|--------------|-----------------------|
| 0 | | 1,193 | | Varella et al. (2010) |
| 100 | 96,320 | 15,510 | 57.54 | Partida (2003) |
| 114 | - | 3,830 | - | |
| 150 | 114, 810 | 17,670 | 63.15 | |
| 168 | - | 10,160 | - | Binnie et al. (1974) |
| 200 | 117, 280 | 17,820 | 64.55 | Partida (2003) |
| 200 | | 1,372 | | Varella et al. (2010) |
| 224 | - | 5,420 | - | Twain et al. (2007) |
| 240 | - | 18,800 | - | Teuber et al. (1988) |
| 250 | 120, 020 | 17,950 | 66.02 | Partida (2003) |
| 300 | 126, 900 | 17,610 | 66.04 | |
| 336 | - | 5,800 | - | Twain et al. (2007) |
| 350 | 122,000 | 17,210 | 64.77 | |
| 392 | - | 15,260 | - | Binnie et al. (1974) |

Kg de N*ha⁻¹: Kilograma de nitrógeno (Urea)por hectárea, Kg de MS*ha⁻¹: Kilograma de materia seca por hectárea.

4. 3. 2. Efecto del nitrógeno sobre el valor nutricional (fracción nitrogenada)

La fertilización nitrogenada tiene relación estrecha con el valor nutricional de la planta, al elevar su aplicación, también incrementa su contenido en los forrajes del clima templado como el Ballico anual (*Lolium multiflorum* Lam.) y Orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) (Turner et al., 2006c; Zhang et al., 1995; Duru, 2003) tanto como los del clima tropicales como el pasto Bermuda (*Cynodon dactylon*) (Alexander et al., 1962). Partida (2003) nos confirma que al elevar la dosis (100, 150, 200, 250 Kg N*ha⁻¹) provoca un incremento en los promedios sobre la fracción nitrogenada como el valor de PC (15, 16, 17, 18%, respectivamente), eso se refiere por cada 50 Kg N*ha⁻¹, hay un incremento de 1% Cuadros (14, 15 y 16). Sin embargo, la adición de N no puede evitar la disminución de PC (21, 19, 16 y 9%) en el BA, por la causa de la edad de cortes (Enero, Febrero, Marzo y Abril). En coincidencia con Villiers y Ryssen (2001) quienes encontraron la adición de N (200, 400, 600 kg N*ha⁻¹) provocó un incremento de 14 unidades porcentuales del PC (21, 22 y 24 % respectivamente). Del mismo sentido Krzywiecki (1987) reportó un incremento en proteína verdadera (PV) al incrementar la dosis de nitrógeno en el BA. De otro lado, Theron et al. (2002) también demostraron que la adición de N (0, 150, 350 y 400 Kg de N*ha⁻¹) aumentó el contenido de nitrógeno no proteico (9, 17, 19 y 22%, respectivamente).

En el cultivo de BA con fertilizaciones anuales de 0, 120, 240 y 360 kg N*ha⁻¹ se ha visto que el nitrógeno proteico, es el predominante en el total de nitrógeno y sigue una tendencia similar al nitrógeno total (Treviño y Col., 1980). Al menos dos estudios previos Partida (2003) y Escalante (2007) reportan que, la dosis de N que iba de 100 a 300 Kg de N*ha⁻¹, incrementó el contenido de PC al Ballico anual con promedio de 26.48%, aunque Partida (2003) encontró que la fertilización nitrogenada provocó mayor incremento (14.51%). Distintos estudios realizados sobre el efecto de la fertilización de N encontraron que su aplicación incrementó la composición morfológica del BA (Willman, 1975; Willman et al., 1976a; Rosello e Hidalgo, 1977), así como el valor nutricional (Larratea y Soutto, 2013; Sinclair et al., 2006; Donaghy et al., 2008).

Cuadro 14. Efecto de niveles de fertilización nitrogenada sobre valor nutricional (%) del Ballico anual (*Lolium multiflorum* var. tetraploide)

| Dosis, Kg N*ha ⁻¹ | MS | MO | PC | FDN | FDA | CEN | Autor |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|
| 100 | 92.73 | - | 8.91 | 32.15 | - | 12.02 | Escalente (2007) |
| 100 | 91.93 | 76.90 | 15.05 | 42.68 | 27.89 | 14.99 | Partida (2003) |
| 150 | 91.63 | 75.97 | 16.18 | 42.87 | 27.89 | 15.60 | |
| 200 | 92.78 | - | 9.22 | 33.70 | - | 12.24 | Escalente (2007) |
| 200 | 91.58 | 76.12 | 16.57 | 42.91 | 28.07 | 16.11 | Partida (2003) |
| 250 | 91.61 | 75.38 | 17.64 | 42.31 | 27.77 | 16.11 | |
| 300 | 93.22 | - | 10.09 | 34.37 | - | 13.77 | Escalente (2007) |
| 300 | 91.85 | 75.54 | 17.24 | 42.45 | 28.15 | 16.30 | Partida (2003) |
| 350 | 92.02 | 75.27 | 19.03 | 41.60 | 28.11 | 16.75 | |
| 000 | 92.49 | 82.09 | 7.16 | 45.76 | - | 10.39 | Escalente (2007) |
| 125 | 92.73 | 81.11 | 11.29 | 45.09 | - | 11.16 | |
| 250 | 92.57 | 80.12 | 16.18 | 44.25 | - | 12.44 | |
| 375 | 92.45 | 79.11 | 18.63 | 43.96 | - | 13.33 | |

PC= Proteína cruda; FDA= Fibra detergente ácido; FDN= Fibra detergente neutro; MO= Materia orgánica; CEN= Cenizas; MS= Materia Seca, Kg N de N*ha⁻¹ = Kilogramo de nitrógeno por hectárea al año.

Cuadro 15. Efecto de diferentes niveles de la fertilización nitrogenada sobre valor nutricional (%) del Ballico anual (*Lolium multiflorum* var. tetraploide) por diferentes cortes.

| Dosis, Kg N*ha ⁻¹ | MS | MO | PC | FDN | FDA | CEN | Autor |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|
| Corte 1 | | | | | | | |
| 100 | 90.81 | 74.53 | 20.95 | 31.56 | 20.55 | 16.28 | Partida (2003) |
| 150 | 90.09 | 73.22 | 21.97 | 32.08 | 21.97 | 16.87 | |
| 200 | 90.26 | 73.63 | 21.82 | 32.03 | 21.82 | 16.63 | |
| 250 | 90.45 | 73.10 | 20.87 | 32.61 | 20.87 | 16.85 | |
| 300 | 90.78 | 73.65 | 20.97 | 32.42 | 20.97 | 17.13 | |
| 350 | 91.24 | 74.08 | 21.32 | 32.07 | 21.32 | 17.16 | |
| Corte 2 | | | | | | | |
| 100 | 92.35 | 75.12 | 18.10 | 40.66 | 28.87 | 17.23 | Partida (2003) |
| 150 | 92.27 | 74.17 | 19.85 | 39.71 | 28.15 | 17.89 | |
| 200 | 92.16 | 74.57 | 19.19 | 39.47 | 28.97 | 17.60 | |
| 250 | 92.25 | 74.55 | 19.98 | 40.05 | 28.20 | 17.69 | |
| 300 | 92.36 | 74.10 | 19.56 | 39.10 | 28.44 | 18.26 | |
| 350 | 92.36 | 73.91 | 20.42 | 38.35 | 29.48 | 18.45 | |

PC = Proteína cruda; FDA = Fibra detergente ácido; FDN = Fibra detergente neutro; MO = Materia orgánica; CEN = Cenizas; MS = Materia Seca; Kg N*ha⁻¹ = Kilogramo de nitrógeno por hectárea al año.

Cuadro 16. Efecto de niveles de fertilización nitrogenada sobre valor nutricional del Ballico anual (*Lolium multiflorum* var. tetraploide) en diferentes cortes.

| Dosis, Kg N*ha ⁻¹ | MS | MO | PC | FDN | FDA | CEN | Autor |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|
| Corte 3 | | | | | | | |
| 100 | 91.62 | 75.52 | 13.76 | 46.53 | 29.58 | 15.96 | Partida (2003) |
| 150 | 91.41 | 74.99 | 14.39 | 44.64 | 28.96 | 16.43 | |
| 200 | 91.43 | 75.61 | 15.89 | 45.86 | 28.45 | 15.82 | |
| 250 | 91.45 | 74.06 | 17.79 | 42.49 | 27.24 | 17.40 | |
| 300 | 91.57 | 74.19 | 17.54 | 43.92 | 28.76 | 17.39 | |
| 350 | 91.65 | 73.78 | 21.69 | 42.25 | 26.80 | 17.87 | |
| Corte 4 | | | | | | | |
| 100 | 92.95 | 82.46 | 7.40 | 52.00 | 32.59 | 10.49 | Partida (2003) |
| 150 | 92.74 | 81.53 | 8.52 | 55.05 | 33.66 | 11.22 | |
| 200 | 92.47 | 80.66 | 9.36 | 54.26 | 34.25 | 11.81 | |
| 250 | 92.31 | 79.83 | 11.92 | 54.10 | 33.85 | 12.49 | |
| 300 | 92.67 | 80.25 | 10.88 | 54.34 | 34.53 | 12.43 | |
| 350 | 92.84 | 79.33 | 12.70 | 53.72 | 34.94 | 13.51 | |

PC = Proteína cruda; FDA= Fibra detergente ácido; FDN= Fibra detergente neutro; MO= Materia orgánica; CEN= Cenizas; MS= Materia seca, Kg de N*ha⁻¹ = Kilogramo de nitrógeno por hectárea al año.

4.3.3. Fertilización nitrogenada sobre la fracción fibrosa.

La fracción fibrosa o pared celular de la planta está constituida por celulosa, hemicelulosa, pectina, lignina, nitrógeno lignificado y una fracción de minerales insolubles formada especialmente por sílica (Tropel, 1976; Burrit et al., 1984). La composición química de la pared celular de los alimentos puede variar (cuadro 7 y 8) según la naturaleza y origen de la fibra, edad de corte (Mastrapa *et al.*, 1996; Savón et al., 2002). La fibra juega un papel muy importante dentro de la alimentación de los rumiantes. Es indispensable para mantener un buen funcionamiento del rumen, producción de la saliva, estimular el masticado y la rumia y mantener pH ruminal adecuado (5.5 a 6.8) que permita la buena salud y digestión del animal (Cruz y Sánchez, 2000; RNC, 2016).

Adicionalmente, los altos niveles de fibra detergente neutro (FDN) pueden limitar la ingesta de la MS y reducir la digestibilidad, por su degradabilidad lenta en el rumen (Reeves et al., 1996). La fertilización nitrogenada se muestra una disminución sobre la fracción fibrosa (Johnson, 2001). Como ejemplo, Escalante (2007) indica que al incrementar el nivel de N (0, 125, 150 y 375 Kg de N*ha⁻¹), hay una disminución en el contenido de la FDN (45.76, 45.09, 44.25 y 43.96%, respectivamente). En contraste Partida (2003) encontró que al adicionar la dosis nitrogenada no provocó efecto sobre la FDA en promedios para los cuatro cortes (Enero, Febrero, Marzo y Abril), pero si hubo una disminución de 10.24% (30, 29, 28 y 27%) en la respuesta de los niveles de fertilización (100, 150, 200 y 250 Kg de N*ha⁻¹) en el BA. Sin embargo, Johnson et al. (2001) indica que con una dosis muy baja (50 Kg N*ha⁻¹), encontró un valor superior (34%) de la fracción fibrosa más indigestible como el valor de la FDA. Adicionalmente, Malhi et al. (2003) encontró un promedio 36% cuando el *Elytrigia repens* fertilizado con 168 kg de N*ha⁻¹. Rodríguez et al. (2001) realizaron un estudio sobre los efectos de la fertilización nitrogenada sobre la composición química y digestibilidad in vitro del BA en el valle de Mexicali, demostraron que su aplicación no hubo efecto sobre el contenido de FDA en el BA. De otra parte, Reid et al. (1966) señalan que el aumento en la dosis de nitrógeno en *Dactylis glomerata* provocó un decremento sobre la fracción fibrosa más indigestible como los componentes de celulosa y lignina.

4.3.4. Efecto del nitrógeno sobre la digestión del Ballico anual.

La digestión es el proceso de transformación de los nutrientes de un alimento, previamente ingeridos, en sustancias más sencillas y fáciles de absorber por el animal (Caballero, 2005; Carrillo et al., 2010; Martins et al., 2012). Diversos investigadores (Oshima et al., 1988; Catanese et al., 2009; Amaral et al., 2011) han demostrado que el BA tiene una alta digestibilidad de MS de 71% a 78%. La adicción de N, incrementa la digestión ruminal de la fracción nitrogenada y la fracción fibrosa, pero depende de la edad y calidad del forraje (Theron y Snyman, 2004). Como ejemplo, Camargo (2006) reporta que la adicción de N (100, 200 y 300 Kg de N*ha⁻¹) al BA provocó un incremento (5.85 y 17.54%) sobre la digestión en rumen y total (Cuadro, 17), respectivamente de la fracción nitrogenada como el valor de N, pero una disminución (22%) de la digestión post-ruminal del contenido de FDN (18, 17 y 14%). Sin embargo, al elevar la dosis de fertilización nitrogenada de 0 a 150 kg de N*ha⁻¹ demostró una tendencia a disminuir sobre la digestibilidad in vitro de la MS (Reid et al., 1966; Collins, 1991; Peñuñuri, 1980). De acuerdo con Collins (1991) reporta que la dosis de N, mejoró la digestibilidad in vitro de MS del Ballico perenne comparado con Festuca alta (73 y 68%, respectivamente). Otros estudios previos como Barth et al. (1958) y Frasinelli et al. (2001) reportan que al aumentar la dosis de nitrógeno se eleva la digestibilidad de la fracción nitrogenada, aumentando también la digestibilidad de la MO. El nitrógeno tiene una relación muy estrecha con la digestión de MO, cuando se aumenta su consumo, incrementa la digestibilidad de la MO. Villiers y Ryssen (2001) encontraron efecto positivo de la fertilización nitrogenada sobre la relación del N consumido y MO, al comparar niveles de fertilización que iban de 200 a 600 Kg de N*ha⁻¹ obteniendo 20, y 15% respectivamente, posiblemente debido a la diferencia en el contenido de nitrógeno en la dieta (3.41 y 3.89%). Es evidente que la adición de N en el BA provoca una mayor digestibilidad de la relación de N y FDN en el flujo de doduena de la fibra. Sin embargo, Camargo (2006) menciona que al incrementar la dosis de N (100, 200 y 300 Kg de N*ha⁻¹) al BA, se eleva la digestión ruminal y en el flujo de doduena en su relación con FDN de un promedio 0.81 y 3.83, respectivamente, pero causa una tendencia a disminuir de la digestión total (1.22, 1.00 y 1.08).

Cuadro 17. Efecto de ocho niveles de fertilización nitrogenada sobre la digestión del Ballico anual (*Lolium multiflorum* Lam.).

| Nutrientes | Niveles de dosis, Kg de N*ha ⁻¹ | | | | | | | | Autor |
|--|--|-------|-------|-------|-------|-------|------|----------------|--------------------------|
| | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 600 | |
| Digestión ruminal, % | | | | | | | | | |
| MS | 37.73 | - | 37.22 | - | 38.10 | - | - | - | Camargo (2006) |
| MO | 70.65 | - | 68.68 | - | 68.40 | - | - | Camargo (2006) | |
| | - | - | 70.3 | - | - | - | 70.3 | 68.4 | Villiers y Ryssen (2001) |
| FDN | 52.15 | - | 56.12 | - | 57.38 | - | - | Camargo (2006) | |
| N | 75.76 | - | 64.02 | - | 68.60 | - | - | - | |
| Digestión post-ruminal, % de flujo a duodeno | | | | | | | | | |
| MO | 40.35 | - | 43.55 | - | 42.53 | - | - | - | Camargo (2006) |
| FDN | 18.38 | - | 16.73 | - | 13.51 | - | - | - | |
| N | 58.73 | - | 62.05 | - | 62.08 | - | - | - | |
| Digestión total, % | | | | | | | | | |
| MS | 65.92 | - | 66.92 | - | 66.42 | - | - | - | Camargo (2006) |
| MO | 72.20 | - | 73.18 | - | 71.82 | - | - | - | |
| FDN | 62.08 | - | 64.02 | - | 63.48 | - | - | - | |
| N | 40.80 | - | 45.15 | - | 49.03 | - | - | - | |
| DIVMS ⁴ | 64.75 | 64.67 | 64.53 | 65.78 | 64.44 | 63.83 | - | - | Partida (2003) |

FDN= Fibra detergente neutro; MO = Materia orgánica; MS = Materia Seca; N = nitrógeno; DIVMS⁴ = Digestibilidad in vitro de la materia seca promedio de cuatro cortes.

5.4. Balance de Nitrógeno

El balance nitrogenado (NB) es un concepto muy usado para calcular las necesidades nitrogenadas, así como para ajustar la nutrición de los animales (Zhang et al., 2016; Mutsvangwa et al., 2016; Valkeners et al., 2014). El NB es la diferencia entre el nitrógeno consumido (NIT) y su excreción en orina y heces. El N excretado por vía orina en forma de urea por lo cual su excreción incrementa a medida que aumenta su concentración en las dietas (Nennich et al., 2006; Spek et al., 2013). Al menos 6 trabajos realizados en los años 2002 a 2016 con Pinos-Rodríguez et al. (2002), Matsui et al. (2005), León et al. (2008), Foster et al. (2014), Zhao et al. (2015) y Batista et al. (2016), sobre la ruta de metabolismo de nitrógeno en la producción de carne y leche en contraron que cuando los animales consumieron $68 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$ de N, excretaron $46 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$ por vía orina y heces (24 y $22 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$, respectivamente). Debido a esto Monteils et al. (2002) demostraron que a mayor porcentaje de PC (13 y 16%), eleva su excreción en orina (60,3 y 68,4%). Del mismo sentido Oliveira et al. (2015) reportaron que al incrementar el consumo de N (62.3, 85.1, 108.3 y 131.0 g de $\text{N} \cdot \text{d}^{-1}$) causa mayor N excretado en las heces (50.2, 51.9, 55.9 y 62.5 g de $\text{N} \cdot \text{d}^{-1}$ respectivamente). Castillo et al. (2000) encontraron relaciones lineales positivas entre la ingesta de N y su excreción en heces y orina en respuesta de los niveles de PC iban 150 a 200 $\text{g} \cdot \text{Kg}^{-1}$ de MS, cuando la dieta tiene mas de 90% de forraje. Sin embargo, por encima de 400 $\text{g} \cdot \text{Kg}^{-1}$ de MS, su excreción aumentó con 66 y 21% en heces y orina respectivamente. Estos autores se concluyeron que la reducción de N en la dieta disminuye la contaminación del ambiente por su excreción (heces y orina). Otro estudio de Zegarra et al. (2007) no encontraron influencia al reducir el contenido proteico a 4% en los forrajes como el Alfalfa y ensilaje Maíz, pero se observaron un aumento numérico de su excreción en heces conforme se incrementó el porcentaje de ensilaje de Maíz en la dieta. Comparando dos estudios realizados (Touno et al. (2014) y Pinos-Rodríguez et al. (2002) reportan que cuando el animal ha consumido $10 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$ de N demás en heno de BA (Cuadro, 18), hay un decrecimiento cercano de $1 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$ sobre el N retenido por el animal y un incremento de su excreción de 1.07 veces del N consumido. Adicionalmente, el uso de las plantas que contienen los taninos condensados (TC) como *Onobrychis sativa* Lam. reduce la excreción de nitrógeno excretado en orina y aumenta el nitrógeno excretado en las heces (Min et al., 2003; Aufrere et al., 2008; Theodoridou et al., 2010).

Cuadro 18. Balance de nitrógeno de los forrajes templados y tropicales.

| Nombre común | Nombre científico | Kg de N*ha ⁻¹ | NI | UN | FN | NR | NE | Autor |
|------------------|--------------------------------|--------------------------|---|------|------|-------|------|-------------------------------|
| Especie | | | Balance de Nitrógeno, g*d ⁻¹ | | | | | |
| Ballico Anual | <i>Lolium multiflorum</i> Lam. | - | 17.9 | 7.30 | 4.90 | 5.70 | 12.2 | Touno et al. (2014) |
| Ballico Anual | <i>Lolium multiflorum</i> Lam. | - | 27.8 | 13.8 | 9.00 | 4.80 | 22.9 | Pinos-Rodríguez et al. (2002) |
| Ballico Anual | <i>Lolium multiflorum</i> Lam. | | 212 | 65.5 | 79.0 | 67.4 | 145 | Matsui et al. (2005) |
| Heno de Alfalfa | <i>Medicago sativa</i> L. | - | 56.6 | 22.4 | 12.9 | 21.1 | 35.4 | |
| Pasto Barrera | <i>Brachiaria decumbens</i> S. | - | 25.8 | 14.9 | 19.2 | -8.30 | 34.1 | Batista et al. (2016) |
| Pasto Bahía | <i>Paspalum notatum</i> | - | 10.5 | 4.10 | 4.30 | 2.10 | 8.40 | Foster et al. (2014) |
| Perennial peanut | <i>Arachis glabrata</i> | - | 16.8 | 5.50 | 5.30 | 6.00 | 10.8 | |
| Pigeonpea | <i>Cajanus cajan</i> L. | - | 10.1 | 3.50 | 3.70 | 2.90 | 7.20 | |
| Bromo | <i>Bromus inermis</i> L. | 0 | 60.5 | - | - | 5.28 | 55.2 | Greenquist et al. (2014) |
| Bromo | <i>Bromus inermis</i> L. | 90 | 105 | - | - | 8.04 | 96.8 | |
| Bromo + DDGs | <i>Bromus inermis</i> L. + DDG | 0 | 74.2 | - | - | 10.5 | 113 | |
| Ryegrass Perenne | <i>Lolium perenne</i> L. | - | 36.4 | 17.3 | 9.10 | 10.0 | 26.4 | Zhao et al. (2015) |
| Ryegrass Perenne | <i>Lolium perenne</i> L. | - | 40.4 | 18.5 | 11.4 | 10.5 | 29.9 | |
| Avena + Kikuyo | <i>Avena sativa</i> | - | 56.1 | 20.0 | 19.3 | 16.8 | 39.3 | León et al. (2008) |
| Pasto Varilla | <i>Panicum virgatum</i> L. | 56 | 62.2 | 14.0 | 27.7 | 20.5 | 41.7 | |
| Pasto Varilla | <i>Panicum virgatum</i> L. | 169 | 72.3 | 25.2 | 29.0 | 18.1 | 54.2 | |
| Timoti | <i>Phleum pratense</i> L. | | 201 | 59.4 | 74.4 | 67.6 | 134 | |

NI = Nitrógeno consumido, FN = Nitrógeno en las heces, NR = Nitrógeno retenido, UN = Nitrógeno en orinas, NE = Nitrógeno excretado en orina y heces.

Cuadro 19. Relación sobre el balance de nitrógeno por diferentes niveles de proteína en la dieta

| Nombre común | Nombre científico / Suplemento | Nivel de N (kg de N*ha ⁻¹) | NRDP/ NIT | NDFRD P/MEF | NDFRDG / NIT | UN/ NIT | UN/ FN | Autor |
|---|---------------------------------|--|-----------|-------------|--------------|---------|--------|-------------------------------|
| Balance de nitrógeno, g*g⁻¹ | | | | | | | | |
| Ballico anual | <i>Lolium multiflorum</i> Lam. | - | - | - | - | 0.41 | 1.49 | Touno et al. (2014) |
| Ballico anual | <i>Lolium multiflorum</i> Lam. | - | - | - | - | 0.48 | 1.53 | Pinos-Rodríguez et al. (2002) |
| Ballico anual | <i>Lolium multiflorum</i> Lam. | 100 | 1.51 | 2.10 | 1.04 | - | - | Camargo (2006) |
| Ballico anual | <i>Lolium multiflorum</i> Lam. | 200 | 1.26 | 2.38 | 1.11 | - | - | |
| Ballico anual | <i>Lolium multiflorum</i> Lam. | 300 | 1.22 | 2.24 | 0.94 | - | - | |
| Ballico anual | <i>Lolium multiflorum</i> Lam. | - | - | - | - | 0.31 | 0.83 | Matsui et al. (2005) |
| Ballico anual | <i>Lolium multiflorum</i> Lam. | - | 0.13 | 2.13 | 2.31 | - | - | Flores (1998) |
| Ballico anual | Harina de pescado | - | 0.15 | 1.05 | 1.56 | - | - | |
| BA fresco | <i>Lolium multiflorum</i> Lam. | - | 0.82 | 3.25 | 1.10 | - | - | Valencia (2015) |
| BA fresco | Semilla de algodón | - | 1.09 | 3.25 | 1.04 | - | - | |
| Ryegrass perenne | <i>Lolium perenne</i> L. | - | - | - | - | 0.48 | 1.90 | Zhao et al. (2015) |
| Heno de Alfalfa | <i>Medicago sativa</i> L. | - | - | - | - | 0.40 | 1.74 | Pinos-Rodríguez et al. (2002) |
| Heno de Alfalfa | <i>Medicago sativa</i> L. | - | 0.80 | 0.10 | 0.40 | - | - | Basilio (2014) |
| Pasto Parrero | 0 % RUP | - | - | - | 0.29 | 0.71 | 0.27 | Batista et al. (2016) |
| Pasto Parrero | 50% RUP | - | - | - | 0.28 | 0.60 | 0.35 | |
| Pasto Parrero | 100% RUP | - | - | - | 0.26 | 0.53 | 0.36 | |
| Pasto Parrero | 150% RUP | - | - | - | 0.23 | 0.55 | 0.33 | |
| Zacate Maicero | <i>Tripsacum dactyloides</i> L. | 56.2 | - | - | - | 0.30 | 0.50 | |
| Zacate Maicero | <i>Tripsacum dactyloides</i> L. | 169 | - | - | - | 0.21 | 0.44 | |
| Timoti | <i>Phleum pratense</i> L. | - | - | - | - | 0.29 | 0.80 | |
| Bermuda gigante | <i>Cynodon dactylon</i> L. | - | 0.17 | 2.23 | 0.49 | - | - | Moreno (2006) |

NDFRDPVSMEF = NDFRDP/MEF; Relación entre digestión ruminal de FDN y la eficiencia Microbial.

NDFRDGVSNT = NDFRDG/NIT; Relación entre la digestión ruminal de FDN en gramos por día y el consumo total de Nitrógeno

NRDPVSNT = NRDP/NIT; Relación entre los gramos de N digerido en el rumen y el consumo total de Nitrógeno

UNVSNT = UN/NIT; Relación entre el porcentaje de N total en la orina y el total de N ingerido.

UNVSFNP = UN/FNP; Relación entre el porcentaje de N total en orina y el porcentaje de N en heces.

Cuadro 20. Balance de nitrógeno ingesta y salida (heces y orina) en vacas lecheras con diferentes dietas.

| Forraje | Suplemento | Animal | IN | FN | UN | NR | ENT | Autor |
|-----------------|------------------------|------------------|---|------|------|------|------|-----------------------------|
| | | | Balance de Nitrógeno (g*d ⁻¹) | | | | | |
| Heno de Alfalfa | 30 % ensilaje de maíz | vacas, n=9 | 520 | 124 | 234 | 161 | 358 | Zegarra et al. (2007) |
| Heno de Alfalfa | 45 % ensilaje de maíz | | 468 | 126 | 170 | 172 | 296 | |
| Heno de Alfalfa | 60 % ensilaje de maíz | | 419 | 128 | 160 | 131 | 288 | |
| Heno de Alfalfa | 0 % DDGS | novillos, n = 24 | 170 | 57.8 | 52.4 | 59.1 | 110 | Spiehs y Varel (2014) |
| Heno de Alfalfa | 20 % DDGS | | 169 | 57.8 | 63.1 | 48.4 | 121 | |
| Heno de Alfalfa | 40 % DDGS | | 223 | 61.6 | 88.6 | 72.6 | 150 | |
| Heno de Alfalfa | 60 % DDGS | | 244 | 54.0 | 121 | 69.0 | 175 | |
| ES vs CS | 0:100 (ES:CS) | toros, n= 10 | 107 | 46.0 | 51.7 | 9.21 | 97.7 | Souza et al. (2014) |
| ES vs CS | 25:75 (ES:CS) | | 115 | 47.9 | 52.7 | 14.3 | 101 | |
| ES vs CS | 100:0 % (ES:CS) | | 119 | 49.8 | 66.9 | 11.3 | 107 | |
| Heno de Festuca | 0 g/Kg de Urea | vacas, n= 8 | 214 | 107 | 34.0 | 73.0 | 141 | Susmel et al. (1995) |
| Heno de Festuca | 20 g/Kg de Urea | | 295 | 109 | 72.0 | 114 | 181 | |
| Heno de Alfalfa | 1.2% de Urea | vacas, n= 15 | 486 | 164 | 163 | 159 | 327 | Lines y Wiess (1996) |
| Heno de Alfalfa | 19 % de harina de soja | | 415 | 118 | 124 | 173 | 242 | |
| Dieta basal | alta nivel de N y FDN | vacas, n= 8 | 471 | 168 | 121 | 182 | 289 | Kauffman y St-Pierre (2001) |
| Dieta basal | 13 % de N y 30 % FDN | | 429 | 178 | 93.0 | 158 | 271 | |
| Dieta basal | 13 % de N y 40% FDN | | 460 | 184 | 101 | 175 | 285 | |
| Dieta basal | 17 % de N y 30 % FDN | | 572 | 198 | 190 | 184 | 388 | |
| Dieta basal | 17 % de N y 40% FDN | | 560 | 197 | 158 | 205 | 355 | |

NI = Nitrógeno consumido, FN = Nitrógeno excretado en heces, NR = Nitrógeno retenido, UN = Nitrógeno excretado en orinas, ENT= Nitrógeno Excretado (heces y orina), ES: *Stylosanthes macrocephala*, CS: Ensilaje de maíz; DDGS= Granos y solubles de maíz, N= nitrógeno, FDN= Fibra Detergente Neutro. Dieta basal = heno de Alfalfa, ensilaje de maíz y DDG.

Cuadro 21. Balance de nitrógeno en diferentes forrajes.

| Forraje | Suplemento | No. Animal | NI, g*d ⁻¹ | FN | UN | NR | NB | Autor |
|---|---|----------------|-----------------------|------|------|------|------|-----------------------|
| Balance de Nitrógeno, % | | | | | | | | |
| Ensilaje de sorgo (85%) | GM-HC-U (15%) | | 156 | 39.3 | 35.5 | 25.2 | 74.8 | Kljak et al. (2017) |
| Ensilaje de sorgo (75%) | GM-HC-U (25%) | | 151 | 40.8 | 37.7 | 21.5 | 78.6 | |
| Ensilaje de sorgo (65%) | GM-HC-U (35%) | | 147 | 38.5 | 35.9 | 26.4 | 74.4 | |
| Ensilaje de sorgo (55%) | GM-HC-U (45%) | | 144 | 39.9 | 38.3 | 22.6 | 78.3 | |
| Balance de Nitrógeno, g*d⁻¹ | | | | | | | | |
| Dieta basal | 0 (g/kg de MS) de RDAC | borregos, n= 5 | 27.3 | 11.0 | 9.06 | 7.15 | 20.2 | Peixoto et al. (2017) |
| Dieta basal | 20 (g/kg de MS) de RDAC | | 24.9 | 9.93 | 8.26 | 6.75 | 18.2 | |
| Dieta basal | 40 (g/kg de MS) de RDAC | | 26.4 | 10.2 | 8.75 | 5.60 | 18.9 | |
| P _{VsC} | 80:20 (P _{VsC}) | - | 7.12 | 4.49 | 0.48 | 2.63 | 4.89 | Abdu et al. (2015) |
| P _{VsC} | 70:30 (P _{VsC}) | - | 7.24 | 4.55 | 0.36 | 2.69 | 4.91 | |
| P _{VsC} | 60:40 (P _{VsC}) | - | 8.34 | 4.54 | 0.44 | 3.80 | 4.98 | |
| P _{VsC} | 50:50 (P _{VsC}) | - | 9.76 | 4.83 | 0.54 | 4.93 | 5.37 | |
| Paja de arroz | Brachiaria mutica | novillos, n= 8 | 43.0 | 17.0 | 10.0 | 16.0 | 27.0 | Sath et al. (2012) |
| Paja de arroz | Hojas de Manihot esculenta ² | | 55.0 | 22.0 | 12.0 | 21.0 | 34.0 | |
| Paja de arroz | Hojas de Manihot esculenta ³ | | 68.0 | 27.0 | 13.0 | 28.0 | 40.0 | |
| Paja de arroz | Hojas de Manihot esculenta ⁴ | | 75.0 | 31.0 | 17.0 | 27.0 | 48.0 | |

GM-HC-U: Concentrado (granos de Maíz, harina de canola y Urea), RDAC: Residuo de aceite de cocina, P_{VsC}: *Panicum máximum* Jacq. Vs *Centrosema pubescens*
 NIT= Nitrógeno total consumido, FN= Nitrógeno excretado en heces, NR= Nitrógeno retenido, UN= Nitrógeno excretado en orinas.

Cuadro 22. Balance de nitrógeno ingesta y salida (heces y orina) en vacas lecheras con diferentes dietas.

| PFD | Animales | FN | UN | NET | UN/NT | Autores |
|------------|------------------|---|-------|-------|-------|--------------------|
| | | Balance de nitrógeno, g*d ⁻¹ | | | | |
| 60 a 100 % | novillos, n= 180 | 0.806 | 0.878 | 0.941 | 0.488 | Dong et al. (2014) |
| 60 a 100 % | | 0.667 | 0.652 | 0.720 | 172 | |
| 60 a 100 % | | 0.501 | 0.645 | 0.663 | 131 | |
| 60 a 100 % | | 0.023 | 0.624 | 0.498 | 59.1 | |
| 60 a 100 % | | 0.553 | 0.537 | 0.594 | 48.4 | |

FN= Nitrógeno excretado en heces, UN= Nitrógeno total excretado en orina, NET= Nitrógeno total; UN/NT; Relación entre el Nitrógeno total excretado en orina y total de nitrógeno consumido; PFD= Porcentaje de forraje en la dieta.

5.5. Contaminación del nitrógeno y producción de metano al medio ambiente

El sector agrícola es responsable de alrededor del 40% de las emisiones de óxido nitroso y las actividades de alimentación animal de ganado lechero son una fuente importante de liberar el amoníaco atmosférico (Walker et al., 2004). Los fertilizantes nitrogenados causan un gran problema al medio ambiente mediante sus aplicaciones a los cultivos (Viets y Hageman, 1971). En Estados Unidos esas actividades liberan el 70-90 de amoníaco en el ambiente (USEPA, 2000). Adicionalmente, Tamminga (1992) sugiere que la producción del ganado lechero comparado con la de carne genera más pérdidas de N en heces y orina contribuyendo a la contaminación tanto atmosférica como hidrosférica. Como ejemplo, al menos 6 estudios realizados con 40 vacas y 34 novillos (Cuadro, 20) encontraron que las vacas excretaron mayor porcentaje del N al ambiente (190 y 123 g*d⁻¹, respectivamente). Estos autores reportan que una vaca puede excretar alrededor de 5 g*d⁻¹ de N, mientras un novillo o toro apenas con 45 g*d⁻¹ de N. Adicionalmente, al mayor consumo de N, eleva su excreción al ambiente, conforme a eso Kauffman y St-Pierre (2001) y Susmel et al. (1995) encontraron que 8 vacas en cada estudio hay una excreción de 255 y 141 g*d⁻¹ cuando su consumo incrementó de 7% (214 y 560, respectivamente). Otro estudio Schuba et al. (2017) informa que el consumo de 104.8 g*d⁻¹ N provocó una excreción mínima de 41 y 51 g*d⁻¹ en orina y fecal respectivamente. Los insumos en los sistemas de producción animal aumentan más de 50% de amoníaco en la atmósfera y mayor número de animales por explotación es una de las principales causas de la contaminación del medio ambiente (Jarvis, 1994; Jarvis et al., 1996; Massé et al., 2011). Las concentraciones de NH₄⁺ varían según la estación, precipitación del año, tanto en el aire ambiente (Robarge et al., 2002, Whitall y Paerl, 2001, Walker et al., 2000). Las concentraciones de amoníaco tienden a alcanzar un máximo durante los meses cálidos como el verano (Robarge et al., 2002). Diversos estudios sobre la liberación del N en forma de urea y amoníaco (Reed et al., 2015; Johnson et al., 2016; Alkindi et al., 2013; Powers y Van Horn, 2001) encontraron un promedio alrededor del 60 y 40% se volatiliza en las heces y orina respectivamente. Diversos estudios realizados Pinos-Rodríguez et al. (2002), Matsui et al. (2005) y Touno et al. (2014) reportan que el BA tiene una excreción de 12 a 145 g*d⁻¹ conforme a un consumo apenas de 18 a 212 g*d⁻¹ respectivamente.

El metano (CH₄) es un producto final de la fermentación que sufren los alimentos en el rumen, que en términos de energía constituye una pérdida y en términos ambientales contribuye al calentamiento global (Bonilla y Flores, 2012). A partir del desarrollo del retículo-rumen (después de dos semanas de nacimiento de un animal) se inicia su producción de CH₄ en caso de ganado de bovino (Johnson y Johnson, 1995). La tasa de emisión de CH₄ por fermentación ruminal está relacionada con las características fisicoquímicas de la dieta, su mayor producción ocurrió después de las primeras 24 h de incubación de la dieta en el rumen (Molina et al., 2013). La producción de CH₄ en los rumiantes está influenciada por factores como consumo de alimento, composición de la dieta, digestibilidad del alimento, procesamiento previo del alimento y frecuencia de alimentación. Como ejemplo, Archimède et al. (2011) reportan que con un forraje de baja calidad y alto contenido de fibra libera más CH₄ al medio ambiente. Murray et al. (1976) indica que el ensilaje de Alfalfa tiene un promedio de 18.5 g de CH₄*kg⁻¹ de MS consumido por ganado lechero. Clark et al. (1992) de su parte entiende que el ganado ovino produce más CH₄ comparado con el ganado lechero (20.9 y 21.6 g de CH₄*kg⁻¹ de MS, respectivamente). Una dieta apenas con 30 % de Trébol blanco y 70% del BA reduce la producción de CH₄ (17 y 24 g de CH₄*kg⁻¹ de MS) comparado con una dieta 100% de BA alimentado a borregos (Knight et al., 2008). La utilización del BA en la alimentación del ganado lechero provoca mayor producción de CH₄ por su alto nivel de fertilización recomendable para mejorar su calidad. Como ejemplo, Kamra et al. (2008) encontraron que el BA incrementó la producción de CH₄ comparado con trébol pata de pájaro (35.1 y 26.9 g de CH₄*kg⁻¹ de MS respectivamente) ofrecido a las vacas lecheras.

5.6. Ecuaciones para predecir la excreción de nitrógeno.

El modelo de la regresión de ecuaciones para predecir la excreción de N tiene una gran importancia en el desarrollo de métodos para predecir la excreción de N y medidas de mitigación para reducir el contenido de N en las heces y la orina en la producción animal (Yan et al., 2007; Valkeners et al., 2008). Numerosos trabajos han demostrado que existe una alta correlación entre el N consumido y la excreción de N (heces y orina) es útil para predecir la excreción total de N (Nennich et al., 2005; 2006; Zhai et al., 2007; Spek et al., 2013) en el ganado lechero, (Guo et al., 2004, Guo y Zoccarato, 2005; Yan et al., 2007; Arias et al. 2013) en el ganado de engorda. Sin embargo, se basan en limitaciones de datos. Sólo Waldrip et al. (2013), Dong et al. (2014), Oliveira et al. (2015), y Abdu et al. (2015) predijeron la excreción de N urinario y en las heces. Varios investigadores han realizados estudios sobre la excreción de N (Archibeque et al., 2001, Marini y Van Amburgh, 2003; Brake et al., 2010) reportaron relación positiva entre el consumo de N ($g \cdot d^{-1}$) y su excreción total en orina y heces ($g \cdot d^{-1}$). Coincidiendo con Vasconcelos et al. (2009) quienes reportaron una relación lineal al incrementar el N total consumido eleve su excreción en heces.

Adicionalmente, Taylor-Edwards et al. (2009); Wickersham et al. (2008b) y Wickersham et al., 2008a) mencionan que (Cuadro, 22) el consumo de N en la dieta que contiene 60 hasta 100% de forraje consumido por novillos Holstein relacionó positivamente con el contenido de PC en la dieta, el peso del animal, digestibilidad de la MS. En contraste, Yan et al. (2007) y Todd et al. (2013) indican que la digestibilidad aparente de N en tracto total no se relacionó con la excreción del N al ambiente.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización del estudio

El presente estudio se llevó a cabo en la sala de digestión y metabolismo de rumiantes del Instituto de Ciencias Agrícolas (ICA) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), a 50 km al sur de Mexicali en el Ejido Nuevo León, Baja California, México en las coordenadas (32°24'27.71" N y 115°23'03.68" W), con una altitud de 12 msnm (INEGI, 2010). El clima es de tipo desértico, La temperatura media anual es de 22 °C, mes más frío es enero, con promedios de temperatura mínima promedio de -1.66 °C y 13 °C, Julio es el mes más cálido con una temperatura máxima, mínima y promedio de 51, 20 y 33 °C respectivamente (INEGI, 1993).

5.2. Procedimientos experimentales

Se utilizaron cuatro novillos Holstein de 18 meses de edad con un peso vivo de 276 ± 5 kg habilitados con cánulas en rumen (4.5 pulgadas diámetro interno diámetro interior.) y duodeno (tipo "T", 2.5 cm de diámetro interior). Al inicio del experimento los novillos se pesaron por la mañana después de 12 horas de alimentación. Los animales fueron distribuidos aleatoriamente en un diseño Cuadro Latino 4 x 4 en los siguientes tratamientos: 1) dieta basal de heno de Alfalfa como un estándar; 2) heno de Ballico anual fertilizado con 200 Kg de $N \cdot ha^{-1}$; 3) heno de Ballico anual fertilizado con 300 Kg de $N \cdot ha^{-1}$; 4) heno de Ballico anual fertilizado con 400 Kg de $N \cdot ha^{-1}$. Los animales permanecieron en un área cerrada dentro de corrales de 2.80 x 3.60 m con tapetes de neopreno. El forraje fue cortado y henificado en el mes febrero del año 2015 (Cuadro, 22). El experimento se inició el 05 de septiembre y finalizó el 19 de octubre del año 2016. Se realizó en cuatro periodos experimentales de 11 días (los primeros siete días fueron de adaptación y cuatro restantes para la colección de muestras). El consumo diario de MS fue restringido al 2.4% de su peso vivo y ofrecido a las 0700h (50 % del consumo diario) y 1900h (50 % del consumo diario) por cada animal. Como marcador de la digesta se incluyó el óxido de Cromo (Cr_2O_3) al 0.3 % del total de MS ofrecida por día a cada animal mezclado con la dieta.

5.2.1. Manejo de la pastura

El Ballico anual (*Lolium multiflorum* Lam) con los tres niveles fertilización de N (200, 300 y 400 Kg N*ha⁻¹) fue establecido en Octubre 18 del 2015 en el campo experimental del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California y cosechado en Abril de 2016. El N se aplicó en forma de Urea (46-00-00). Se dio un riego de germinación y dos de auxilio hasta el primer corte, en los cortes posteriores se aplicó solo un riego. El forraje usado en el experimento procedió del tercer corte y se almacenó tapado con una lona. El heno de Alfalfa utilizado fue cosechado en una explotación adyacentes al campo experimental del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California.

5.4. Variables de respuesta.

Las variables de respuesta calculadas a partir de los distintos análisis de laboratorio fueron: flujo hacia duodeno, en gramos por día, de MO, FDN, N total, N no amoniacal, N microbial, N de sobre paso o N-Bypass y MO microbial. Así como también los porcentajes de digestión en rumen, post-ruminal y total de la MO, N total y las distintas fracciones fibrosas. Adicionalmente se estimó la producción de N microbial, eficiencia microbial (g de N microbial / kg de MO fermentada) y eficiencia de uso del N, N amoniacal (NH₃-N), pérdida de N al ambiente (Heces + orina).

5.5. Colección de muestras

El período de colección fue del día 8 al 11 de cada periodo, de la siguiente forma: día 1: 0930h y 1530h, día 2: 0800h y 1400h, día 3: 0630h y 1230h y día 4: 0500h y 1100h.

5.5.1. Forrajes

Las muestras representativas de los tratamientos ofrecidos se tomaron durante los cuatro días de muestreo de cada animal y periodo, y se almacenaron a temperatura en

bolsa de plástico, luego fueron secadas en un horno de aire forzado a 55°C durante 24 h y molidas en partículas 2 mm para su análisis de composición química.

5.5.2. Líquido duodenal

En cada horario de muestreo se recolectaron aproximadamente 750 ml de líquido duodenal de cada animal almacenándose en dos recipientes de plástico. Las muestras se mantuvieron a -20 °C. Posteriormente se descongelaron y tomo una alícuota al finalizar de cada periodo o después de esos 2 días se mezclaron las muestras y sacaron una alícuota de $\pm 10\%$ del total y se secaron en una estufa de aire forzado a 55°C durante 72 h. Una vez secas las muestras se molieron en una licuadora convencional y un molino de café hasta que las muestras obtuvieron unas partículas menos a 2 mm y se almacenaron en envases de plástico para su posterior análisis.

5.5.3. Heces

Durante cada horario de muestreo se tomaron aproximadamente 250 gr de las heces más recientes en una bolsa de plástico por cada animal. Las muestras se almacenaron a -20 °C y después se descongelaron a temperatura ambiente, homogenizaron manualmente y se tomó una alícuota de aproximadamente 250 g en papel aluminio para secarse en una estufa de aire forzado a 55°C durante 72 hrs. Posteriormente se molieron en una licuadora convencional y un molino de café hasta que las partículas fueron menos a 2 milímetros y se almacenaron en envases de plástico para su posterior análisis.

5.5.4. Orina

Recolección de orina se tomaron de día 7 hasta 11, colectándose aproximadamente 100 ml de la orina reciente casi simultáneamente con la recolección del líquido duodenal. Las muestras de orina por animal y periodo se conservaron en frascos de plástico. Una vez que se recolectaron la orina, se tomaron 50 ml, y se registró el pH, este con el fin de ajustarlo a 5.0 hasta 5.5 agregando ácido acético ($\text{CH}_3\text{-COOH}$) con el fin de conservar el nitrógeno en la muestra. Se guardaron -20 °C hasta su análisis en un recipiente de plástico de 1.5 L.

5. 6. Análisis laboratorio

5. 6.1. Muestras de alimentos, duodeno y heces.

A cada una de las muestras del alimento, duodeno y heces se analizaron todas o sólo algunas de las siguientes determinaciones: Materia seca parcial (MSP), a una temperatura 55°C, Materia seca total (MST), en una estufa de aire forzado de 105 °C durante 24 horas, Cenizas (CEN), en una mufla a 600 °C durante 6 hrs, Nitrógeno total (N), Extracto etéreo (EE), en método de Goldfish y Proteína cruda (N x 6.25) mediante el método de Kjeldahl (AOAC, 1990), Fibra detergente neutro (FDN), Fibra detergente ácido (FDA), Celulosa (CEL), Lignina (LIG), y la Hemicelulosa (HCEL), usando procedimiento de Van Soest et al. (1991). Se analizaron en muestras de heces secadas durante 24 h a 65 °C la concentración de óxido de Cromo (Hill y Anderson, 1958), y con las de duodeno se analizaron purinas como estimadores del nitrógeno bacterial (Zinn y Owens, 1986).

5.6.2. Orina

Después de descongeladas en las muestras de orina se determinó Nitrógeno total (N); Nitrógeno amoniacal (N-A) mediante el método de Kjeldahl (AOAC, 1990).

5.6.3. Balance de nitrógeno.

Con las fracciones nitrogenadas determinadas en las distintas muestras colectadas en el presente estudio se calcularon los siguientes componentes:

$UN = -14.12 + (0.51 * NIT)$ (Dong et al. 2014).

$NB = N \text{ consumido} - \text{Excreción total de N.}$ (NRC, 2016; Oliveira et al. 2015).

$NR, \% NIT = \text{Balance de N/Nitrógeno total consumido} * 100$ (Abdu et al. 2015).

$NAA = N \text{ consumido} - N \text{ en las heces.}$ (Oliveira et al. 2015).

$NET = \text{Excreción total de N (heces y la orina)}$ (Oliveira et al. 2015).

Dónde: NB= Balance de nitrógeno, NR= Nitrogeno retenido, NAA= Nitrogeno absorbido aparente, NET= Excrecion total de Nitrogeno por via orina y heces.

5.7. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó un diseño en Cuadro Latino 4 x 4 (periodo x animal) de acuerdo al modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + C_j + H_k + E_{ijk}$$

Dónde:

μ = media general

T_i = i-ésimo efecto de tratamiento,

C_j = j-ésimo efecto de novillo,

H_k = k-ésimo efecto de periodo experimental

E_{ijk} = es el error experimental en cada unidad experimental.

Los datos fueron analizados con el procedimiento MIXED del programa estadístico SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC) versión 9.4, 2002. La diferencia entre medias se detecto mediante LSMEAN y su significancia asi como la de los contrastes se fijó a una probabilidad $P < 0.05$. Una probabilidad mayor de 0.05, pero menor de 0.10 se mencionan únicamente como tendencias. Las tendencias o componentes lineales y cuadráticos fueron probados para el factor fertilización de acuerdo al método propuesto por Hicks (1973).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Composición química del Ballico anual fertilizado con distintos niveles de fertilización nitrogenada y el heno de Alfalfa.

El efecto de la fertilización nitrogenada sobre la composición química del heno de BA se observa en el Cuadro 23. La fertilización con N provocó un incremento sobre todas las variables de composición química excepto para la fracción fibrosa más indigestible identificada como el valor de FDA. Como resultado de elevar de 200 hasta 400 Kg de N*ha⁻¹ la dosis de N existió un incremento ($P < 0.05$) de 56% en la PC, lo que fue relativamente coincidente con lo informado por autores como Villiers y Ryssen (2001) con niveles de 200, 400 y 600 Kg de N*ha⁻¹. Theron et al. (2002) reportaron un incremento de solo 30% en la PC del BA (17 a 22%) en un rango ligeramente mayor de fertilización (150 a 400 kg N*ha⁻¹). En contraste Partida (2003) no encontraron diferencias en el contenido de PC al aplicar dosis de 100 a 350 Kg N*ha⁻¹, pero si observaron al segundo corte un incremento de 11% (18 a 20% de PC). En el presente estudio la fertilización de N elevo 28 y 26% los contenidos de EE y Cenizas, respectivamente. Escalante (2007) en similares condiciones ambientales y de cultivo, al incrementar de 125 a 375 Kg de N*ha⁻¹ observó un aumento de 18% en el contenido de Cenizas (11.2 y 13.3%, respectivamente). Soto et al (2005) reporta que la fertilización nitrogenada iba de 0 a 250 Kg de N*ha⁻¹ en el zacate BA presento un incremento de 13 % en el contenido de EE (3.86 y 4.46% respectivamente).

La adición de N al BA es con frecuencia inconsistente, con mínimos diferenciales, aun en distinto nivel de dosificación. En el presente estudio la aplicación de 200 a 400 Kg de N*ha⁻¹ al BA aumento solamente 4% el contenido de FDN, Caballero y Lopez (1980) de su parte, menciona que la fertilización nitrogenada (200, 400 y 600 Kg de N*ha⁻¹) en el zacate BA presentó un incremento de 7.43% en el contenido de FDN (40.28, 42.85 y 43.3% respectivamente). Por el contrario, Partida (2003) al agregar 200, 250 y 300 kg de N*ha⁻¹ observó una disminución mínima en el contenido de FDN (54.26, 54.10 y 53.72%, respectivamente) en coincidencia con Zhang et al. (2014) que al fertilizar de 0 a 224 kg de N*ha⁻¹ encontraron una caída en el contenido de FDN. Van Soest (1995) señala que la conversión de Carbohidratos solubles y residuos proteicos a fracciones indigestibles eleva el nivel de incertidumbre en la respuesta al N adicionado al cultivo por parte de la FDN en

el BA. El impacto de la fertilización con N es en varias ocasiones inconsistente por factores como el nivel de las dosis aplicadas o el mero estado de madurez de la planta. Aunque en el presente estudio la fertilización nitrogenada no influyó sobre la proporción de FDA, Johnston y Bowman (1998) reportaron que el BA fertilizado con dosis tan inferiores como 0 y 50 Kg N*ha⁻¹, puede aumentar hasta 20% (31 vs 37%) el contenido de FDA. Por otro lado, la madurez de la planta es un estado que limita con frecuencia la relación positiva con la fertilización. Pordomingo et al. (2002, 2004) y Ferri et al. (2004) no encontraron efecto de la fertilización nitrogenada sobre la fracción FDA cuando avanzo el estado de madurez.

Cuadro 23. Composición nutricional del heno Alfalfa y Ballico anual fertilizado con diferentes niveles de fertilización en el valle de Mexicali.

| Nutriente, % de MS | Tratamiento | | | |
|-------------------------|--|-------|-------|-------|
| | Niveles de Fertilización, Kg de N*ha ⁻¹ | | | |
| | TTG | R200 | R300 | R400 |
| Materia seca parcial | 91.22 | 92.10 | 93.55 | 86.56 |
| Proteína curda | 18.38 | 13.56 | 18.45 | 22.06 |
| Fibra detergente neutro | 64.86 | 56.54 | 57.37 | 58.90 |
| Fibra detergente ácido | 33.25 | 28.58 | 27.82 | 28.02 |
| Ceniza | 11.52 | 14.66 | 16.51 | 18.57 |
| Extracto etéreo | 2.57 | 2.37 | 2.69 | 3.09 |

TTG: Testigo (heno de Alfalfa), R200: heno de Ballico anual fertilizado con 200 Kg de N*ha⁻¹, R300: heno de Ballico anual fertilizado con 300 Kg de N*ha⁻¹, R400: heno de Ballico anual fertilizado con 400 Kg de N*ha⁻¹.

6.2. Consumo de nutrientes

El consumo de nutrientes por los novillos en el presente estudio se observa en el Cuadro 24. Debido a que el consumo de alimento ofrecido a los animales fue restringido al 2.4% (base seca) de su peso vivo, las diferencias numéricas solo obedecen a la distinta composición y no a una respuesta aleatoria y dependiente por la elevación de la dosis de nitrógeno en el BA. Como se observa en el Cuadro 23, la variación de hasta siete unidades porcentuales en el contenido de materia seca parcial (MSP), es lo que desde un inicio acentúa las diferencias en nutrientes consumidos en los cuatro tratamientos. Es por esto que el menor valor de MSP en R400 provocó un ligeramente menor consumo de la mayoría de los nutrientes, en contraste con el mayor consumo que se observa en R300 para todas las variables, excepto MO. Comparado con el testigo (TTG), el promedio de consumo de

todos los componentes presentados en el Cuadro 24 fue menor, en diferente grado, en todos los tratamientos de BA fertilizados. Debido al mayor contenido de FDN, FDA, Hemicelulosa, Celulosa y Lignina en el TTG, el consumo de estas fracciones fue 19, 24, 13, 10 y 80% mayor respecto a los tratamientos con BA fertilizado. En el caso de EE y N, aunque se observó un incremento gradual con la fertilización al BA, respecto a TTG la diferencia en consumo fue nula en el caso del EE; solamente el consumo de N fue ligeramente mayor respecto al tratamiento TTG, esto debido al incremento lineal en el BA provocado por la fertilización. Camargo (2006) encontró que la dosis de N (100, 200 y 300 Kg de N*ha⁻¹) provocó un incremento sobre el consumo de N (50, 51 y 56 g*d⁻¹). Los consumos de MS y de MO fueron los que menor decremento registraron (2.4 y 4.7%, respectivamente) respecto al TTG.

Cuadro 24. Consumo total de Nutrientes^a en BS por novillos Holstein alimentados del heno de Alfalfa y tres niveles de fertilización con N en el Ballico anual.

| Nutrientes, g*d ⁻¹ | Tratamiento ¹ | | | |
|-------------------------------|--------------------------|------|------|------|
| | TTG | R200 | R300 | R400 |
| Materia seca | 5333 | 5283 | 5366 | 4965 |
| Materia orgánica | 4686 | 4598 | 4565 | 4223 |
| Fibra detergente neutro | 3076 | 2642 | 2782 | 2355 |
| Fibra detergente ácido | 1577 | 1336 | 1349 | 1120 |
| Hemicelulosa | 1499 | 1306 | 1433 | 1235 |
| Celulosa | 2507 | 2342 | 2399 | 2087 |
| Lignina | 569 | 300 | 383 | 269 |
| Extracto etéreo | 122 | 111 | 130 | 124 |
| Nitrógeno | 140 | 101 | 143 | 141 |

HAL: heno de Alfalfa, R200: heno de Ballico anual fertilizado con 200 Kg de N*ha⁻¹, R300: heno de Ballico anual fertilizado con 300 Kg de N*ha⁻¹, R400: heno de Ballico anual fertilizado con 400 Kg de N*ha⁻¹.

6.3. Flujo de nutrientes hacia duodeno.

La influencia de la fertilización nitrogenada sobre el flujo hacia el duodeno de las diferentes fracciones del heno de BA ofrecido a novillos Holstein, sobre una base de alimentación restringida se observa en el Cuadro 25. Fue evidente que el flujo a duodeno de los componentes no nitrogenados fue mayor cuando los animales fueron alimentados a base de heno de Alfalfa, que cuando recibieron el heno de BA con distintos niveles de fertilización. Aunque es conocido que el flujo de componentes hacia duodeno está

estrechamente relacionado con el nivel de consumo (Zinn et al., 2000), en el presente estudio con la dieta a base de heno de BA la creciente fertilización con N provocó un aumento ($P < 0.05$) en el flujo de NA y N-Bypass (30 y 5% respectivamente) hacia duodeno y una clara disminución numéricamente ($P = 0.171$) del flujo de MO. Con el incremento en la fertilización, el flujo hacia duodeno de N y NNA no presentó diferencias ($P > 0.05$) en el BA, aunque si llegó una cantidad menor ($P < 0.05$) en el tratamiento TTG. Zhang et al. (1995) encontraron en el heno de BA la fertilización de 0 a 224 Kg de $N \cdot ha^{-1}$ incremento de 14.3 a 15.8 $g \cdot d^{-1}$ el flujo de N a duodeno, respectivamente. Sin embargo, no encontraron efecto por la fertilización con N en el flujo de NM. Ninguno de los niveles de fertilización con N influyeron ($P > 0.05$) sobre el flujo hacia duodeno de MS, N Microbial y agua. Esto coincide con lo observado por Camargo (2006), quien no encontró efecto por la fertilización con N (100, 200 y 300 $kg \cdot ha^{-1}$) en el BA sobre el flujo de MS y agua, pero sí diferencias en NM. Como se observa en el Cuadro 25, por efecto de la fertilización nitrogenada se detectó un componente lineal ($P < 0.01$) sobre la eficiencia del N, medido este como el NNA que llega a duodeno, en relación con el total de N ingerido. Valencia (2015) reporta que, al incrementar el contenido de N total en el BA, disminuyen la EfN y el NNA.

6.4. Digestión ruminal y eficiencia del nitrógeno.

La influencia de la fertilización nitrogenada sobre la digestión en rumen de los distintos componentes del alimento ofrecido y los productos de la síntesis microbiana se observa en el Cuadro 26. Comparado con el TTG, la digestión en rumen del N fue menor en los tratamientos de BA fertilizado, observándose en R200 el menor promedio; sin embargo, el aumento gradual en la fertilización con N tendió a elevar (Componente lineal; $P = 0.075$) la digestión del N. En otro sentido, el nivel de la fertilización con N provocó un incremento y posterior disminución (componente cuadrático; $P = 0.0088$) de la digestión de FDN en el rumen. El punto de inflexión ocurrió en R300, tratamiento que coincide con los mayores consumos de FDN, Lignina y N total. Este mismo comportamiento (Componente Cuadrático; $P < 0.01$) presentó la digestión en rumen de la FDA, Celulosa y Lignina, integrantes también de la pared celular. En el presente estudio, comparado con el testigo, se evidenció (Cuadro, 26) que la fertilización nitrogenada provocó una menor relación MOM/FDN (6.1 y 6.7%) y un incremento lineal (3.42%) de la EfNM.

Cuadro 25. Flujo de nutrientes hacia duodeno en novillos alimentados a base del heno de Alfalfa y tres niveles de fertilización con nitrógeno en el Ballico anual.

| Flujo, g*d ⁻¹ | Tratamiento ¹ | | | | EE ² | Componentes ³ | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-----------------|--------------------------|--------------|
| | TTG | R200 | R300 | R400 | | L | C |
| MS | 2810 ^b | 2613 ^{ab} | 2640 ^{ab} | 2534 ^a | 90 | 0.314 | 0.327 |
| MO | 2203 ^b | 1975 ^{ab} | 1845 ^a | 1775 ^a | 99 | 0.171 | 0.788 |
| FDN ³ | 843 ^c | 589 ^b | 446 ^a | 443 ^a | 40 | 0.004 | 0.025 |
| FDA ³ | 592 ^c | 361 ^b | 282 ^a | 280 ^a | 30 | 0.005 | 0.027 |
| HCEL ³ | 250 ^c | 219 ^b | 165 ^a | 164 ^a | 36 | 0.005 | 0.026 |
| CEL ³ | 547 ^c | 343 ^b | 263 ^a | 256 ^a | 25 | 0.003 | 0.057 |
| LIG ³ | 296 ^b | 246 ^{ab} | 183 ^a | 188 ^a | 25 | 0.006 | 0.019 |
| N | 97 ^a | 108 ^{cb} | 114 ^c | 112 ^{cb} | 4.0 | 0.234 | 0.155 |
| N-A ³ | 4.72 ^b | 3.95 ^a | 4.44 ^b | 5.23 ^c | 0.17 | 0.002 | 0.182 |
| NM | 48.9 | 51.3 | 55.2 | 51.4 | 7.0 | 0.983 | 0.252 |
| NNA | 92.3 ^a | 104 ^b | 110 ^b | 107 ^b | 4.0 | 0.395 | 0.136 |
| N-Bypass | 43.5 | 52.8 | 54.4 | 55.2 | 7.4 | 0.702 | 0.936 |
| Agua | 57.5 | 53.3 | 57.7 | 51.8 | 7.4 | 0.873 | 0.533 |

a, b, c Medias con distinta literal en una hilera son diferentes (P < 0.05).

MO= Materia orgánica, FDN= Fibra detergente neutro, FDA= Fibra detergente ácido, CEL= Celulosa, LIG= Lignina, N= Nitrógeno N-A= Nitrógeno amoniacal, NM= Nitrógeno microbial, NNA= Nitrógeno no amoniacal, N-Bypass= Nitrógeno Bypass.

¹Tratamientos: TTG = Heno de Alfalfa, R200= Heno de Ballico anual fertilizado con 200 Kg de N*ha⁻¹, R300 = Heno de Ballico anual fertilizado con 300 Kg de N*ha⁻¹, R400 =Heno de Ballico anual fertilizado con 400 Kg de N*ha⁻¹

²EE= Error estándar,

³Componentes = L: lineal y C: Cuadrático.

Cuadro 26. Digestión ruminal y eficiencia del nitrógeno en novillos alimentados a base del heno de Alfalfa y tres niveles de fertilización con nitrógeno en el Ballico anual.

| | Tratamiento ¹ | | | | EE ² | Componentes ³ | |
|---------------------------------|--------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-----------------|--------------------------|--------------|
| | TTG | R200 | R300 | R400 | | L | C |
| Digestión ruminal, % Base seca. | | | | | | | |
| MS | 46.3 ^a | 50.5 ^b | 50.8 ^b | 49.2 ^{ab} | 1.1 | 0.302 | 0.416 |
| MO | 63.4 ^a | 68.2 ^{ab} | 71.7 ^b | 70.1 ^b | 2.6 | 0.573 | 0.406 |
| FDN ³ | 72.7 ^a | 77.7 ^b | 84.0 ^c | 81.2 ^{bc} | 1.4 | 0.029 | 0.009 |
| FDA ³ | 62.5 ^a | 73.0 ^b | 79.1 ^c | 75.0 ^{bc} | 2.2 | 0.151 | 0.011 |
| Celulosa ³ | 76.2 ^a | 85.4 ^b | 89.0 ^c | 87.8 ^{bc} | 1.0 | 0.019 | 0.009 |
| Lignina ³ | 48.1 ^c | 17.9 ^a | 52.4 ^c | 30.1 ^b | 7.5 | 0.087 | 0.006 |
| HCEL ³ | 10.2 ^c | 4.7 ^a | 4.9 ^a | 6.2 ^b | 1.8 | 0.090 | 0.001 |
| N | 68.7 ^b | 47.9 ^a | 61.9 ^b | 60.9 ^{ab} | 5.7 | 0.075 | 0.181 |
| MOM ⁴ | 489 | 514 | 552 | 415 | 70 | 0.989 | 0.254 |
| EfNM ⁵ | 16.1 | 16.5 | 16.9 | 17.1 | 2.0 | 0.530 | 0.951 |
| EfN ^{3,6} | 0.66 ^a | 1.03 ^c | 0.77 ^b | 0.76 ^b | 0.03 | 0.001 | 0.009 |
| pH | 6.40 | 6.30 | 6.50 | 6.50 | 0.15 | 0.335 | 0.707 |

^{a, b, c} Medias con distinta literal en una hilera son diferentes (P < 0.05).

MO= Materia orgánica, FDN= Fibra detergente neutro, FDA= Fibra detergente ácida, N= Nitrógeno ⁴MOM = Nitrógeno microbial.

¹Tratamientos: TTG = Heno de Alfalfa, R200= Heno de Ballico anual fertilizado con 200 Kg de N*ha⁻¹, R300= Heno de Ballico anual fertilizado con 300 Kg de N*ha⁻¹, R400= Heno de Ballico anual fertilizado con 400 Kg de N*ha⁻¹.

²EE= Error estándar.

³Componentes = L: lineal y C: Cuadrático.

⁴MOM = Nitrógeno Orgánica Microbial.

⁵ EfNM: Eficiencia del Nitrógeno Microbial = g de NM / g MO fermentada

⁶ EfN: Eficiencia del Nitrógeno = g de NNA en duodeno / g N ingerido

respectivamente). Como se observa en el Cuadro 26, la fertilización con N al BA no influyó ($P > 0.05$) sobre la digestión ruminal de la MS, MO, la producción de MOM y el pH en rumen estos resultados fueron similares a los reportados por Espinoza et al. (1999) y Cecava et al. (1988). En otros estudios al incrementar la dosis de nitrógeno se eleva la digestibilidad de la materia orgánica *in vivo* (Barth et al., 1958; Frasinelli et al., 2001) e *in Vitro* (Jonson et al. 2001), efecto que no se presentó en el presente estudio. El incremento en la adición de N (R300 y R400) disminuyó la eficiencia de conversión del N total consumido a NNA, pero no provocó cambios en la eficiencia de N microbial (EfNM), esto contrasta con Zhang et al. (1995) quienes reportaron que los niveles altos de fertilización con N disminuyen la eficiencia microbial.

6.5. Digestión post-ruminal en novillos Holstein alimentados a base del heno de Alfalfa y tres niveles de fertilización de Ballico anual.

El efecto de la fertilización con N sobre la digestión post-ruminal de la MO y el N se presenta en el Cuadro 27. Se puede observar que la fertilización con N al BA no influyó ($P > 0.05$) la digestión post-ruminal de la MO. En coincidencia, Camargo (2006) reporta que 100, 200 y 300 Kg de $N \cdot ha^{-1}$ no influyeron sobre la digestibilidad *in vivo* de la MO del heno de BA (38, 37 y 38%, respectivamente). La digestión post-ruminal está relacionada negativamente con la digestión ruminal, en el presente estudio esto ocurrió solamente para la MO y N. No existió influencia ($P > 0.05$) de la fertilización sobre la digestión post-ruminal del N total. En coincidencia Cervantes et al. (2000) reportaron valores similares de digestión post-ruminal del N evaluando diferentes cortes de Ballico anual.

6.6. Digestión total en novillos Holstein alimentados a base del heno de Alfalfa y tres niveles de fertilización de Ballico anual.

Los valores de digestión total de la MO, MS, las fracciones de la fibra y el N están presentes en el Cuadro 27. Como se observa en el presente estudio, existió efecto ($P < 0.01$) y un componente lineal ($P = 0.0005$) de la fertilización nitrogenada sobre la digestión total del N. Respecto a la adición de N al BA, este resultado coincide con lo reportado por Camargo (2006), quien indica que la fertilización con N (100, 200 y 300 $Kg \cdot ha^{-1}$) provocó un incremento de 18.65 % sobre la digestión total del N (41, 45 y 49%).

Cuadro 27. Digestión total y digestión post-ruminal en novillos Holstein alimentados a base del heno de Alfalfa y tres niveles de fertilización con nitrógeno en el Ballico anual.

| | Tratamiento ¹ | | | | EE ² | Componentes ³ | |
|-------------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-----------------|--------------------------|--------------|
| | TTG | R200 | R300 | R400 | | L | C |
| Digestión total, % BS. | | | | | | | |
| MS | 68.1 ^a | 77.1 ^b | 76.7 ^b | 76.9 ^b | 0.7 | 0.882 | 0.622 |
| MO | 70.7 ^a | 79.5 ^b | 76.9 ^b | 79.3 ^b | 0.7 | 0.829 | 0.527 |
| FDN | 67.7 ^a | 79.9 ^b | 79.8 ^b | 78.8 ^b | 0.9 | 0.171 | 0.517 |
| FDA ³ | 56.3 ^a | 75.0 ^c | 73.0 ^{bc} | 70.6 ^b | 1.1 | 0.006 | 0.831 |
| CEL | 74.0 ^a | 86.8 ^b | 87.1 ^b | 86.9 ^b | 0.8 | 0.879 | 0.544 |
| LIG ³ | 40.1 ^{cd} | 26.4 ^b | 34.3 ^c | 16.1 ^a | 2.7 | 0.034 | 0.007 |
| HCEL | 11.4 ^c | 4.9 ^a | 4.8 ^a | 6.8 ^b | 1.0 | 0.088 | 0.674 |
| N ³ | 76.1 ^b | 67.4 ^a | 74.0 ^b | 73.7 ^b | 1.0 | 0.001 | 0.002 |
| Digestión post-ruminal, % BS. | | | | | | | |
| MO | 37.5 | 51.2 | 47.7 | 50.7 | 2.8 | 0.8817 | 0.292 |
| N | 65.2 | 69.2 | 67.3 | 66.8 | 1.8 | 0.0551 | 0.391 |

a, b, c, d Medias con distinta literal en una hilera son diferentes ($P < 0.05$).

MO= Materia orgánica, FDN= Fibra detergente neutro, FDA= Fibra detergente ácida, N= Nitrógeno, CEL= Celulosa, LIG= Lignina, HCEL= Hemicelulosa.

¹Tratamientos: TTG = Heno de Alfalfa, R200= Heno de Ballico anual fertilizado con 200 Kg de N*ha⁻¹, R300= Heno de Ballico anual fertilizado con 300 Kg de N*ha⁻¹, R400= Heno de Ballico anual fertilizado con 400 Kg de N*ha⁻¹.

²EE= Error estándar. ³Componentes= L: lineal y C: Cuadrático.

El heno Alfalfa tomado como testigo se comparó con los promedios de diferente nivel de fertilización con N presentó 1.1 veces mayor de la digestibilidad total de contenido de nitrógeno. La fertilización con N provocó un incremento ($P < 0.05$) sobre el contenido de la fracción fibrosa más indigestible identificada como el valor de HCEL. La adición 200 a 400 Kg de $N \cdot ha^{-1}$ al BA disminuyó casi 6% ($P < 0.01$) la FDA y presentó un componente lineal ($P = 0.0055$). La fertilización nitrogenada no influyó ($P > 0.05$) en la digestión total de la FDN, MS y MO, este efecto es mayor que lo reportado por autores como Oshima et al. (1988), Zhang et al. (1995) y Catanese et al. (2009) mientras que son inferiores a los reportados por Dorland et al. (2006) y Amaral et al. (2011). Villiers y Ryssen (2001) tampoco reportaron efecto de los niveles de fertilización con N sobre la digestibilidad total de la MO en el BA. Por otro lado, trabajo como lo de Reind (1992) reporta que la fertilización nitrogenada no tiene efecto sobre la digestibilidad total de la MS, en un estudio realizado con ovinos.

6.7. Balance de nitrógeno en novillos Holstein alimentados a base del heno de Alfalfa y Ballico anual fertilizado con distinto nivel de fertilización con nitrógeno.

La influencia de los tratamientos sobre el balance de N y su eficiencia de utilización es presentada en el Cuadro 28). Puede observarse que la fertilización nitrogenada al BA causó un incremento (Componente Cuadrático; $P < 0.001$) en el N total consumido (NIT). Camargo (2006) encontró que en las mismas condiciones climáticas la fertilización de BA con 100, 200 y 300 Kg de $N \cdot ha^{-1}$ incrementó el consumo total de nitrógeno (50, 51 y 56 $g \cdot d^{-1}$). En el presente estudio el incremento en la fertilización nitrogenada al BA elevó casi 40% ($P < 0.01$) en R300 y R400, respecto a R200, el N total consumido como también el excretado en heces y orina. Respecto al promedio de los tratamientos R300 y R400, el testigo presentó un nivel similar de consumo total de N, pero ligeramente menores cantidades de N excretado en orina y Por lo anterior, respecto a R200 y como se esperaba, el total de N que se excretó (NET) presentó una respuesta análoga, ~30% mayor ($P < 0.01$), en los tratamientos que recibieron 300 y 400 kg de N, aunque el TTG presentó un diferencial ligeramente menor ($P < 0.05$). Al considerar la relación del N consumido con sus pérdidas en las variables NAA y NB se observa la misma tendencia respecto a R200, el TTG, R300 y R400 presentaron un valor mayor ($P < 0.05$). Sin embargo, aunque en todos los casos aumentó el contenido de N y su utilización, la leguminosa

(TTG) presentó la mayor relación entre NR y el N ingerido (NR/NIT, Cuadro 28), esto ocurrió por las diferencias en la forma en que el N este contenido en la planta, de tal forma que con la leguminosa pérdidas como el amoniaco excretado en orina es menor (Cuadro, 29). La relación entre los indicadores de excreción o retención del N con el total consumido aparecen en el Cuadro 28. Como es señalado por varios autores (Hales et al., 2017; Abdu et al., 2015; Malesky et al., 2011), es siempre mayor la pérdida de N via orina que en las heces, al referenciarlo con el N total consumido. Este resultado se combina con el hecho de que via orina la pérdida de N hacia el ambiente es mayor, de tal forma que es imprescindible revalorar el uso de elevadas dosis de N a fin de contrarrestar el impacto ambiental. En el presente estudio la mayor pérdida vía orina fue observada también en las relaciones que se establecen ($g \cdot g^{-1}$ de N consumido) entre el N contenido en heces, como el N total excretado en la orina, con el N total consumido (FN/NIT y UN/NIT, respectivamente). Pero, aunque se mantuvo este diferencial entre FN/NIT y UN/NIT, tendió marcadamente a disminuir en el tratamiento con menor consumo de N (R200). Pinos-Rodríguez et al. (2002) encontró que BA tiene mayor relación de cercano a uno entre el UN/NIT que el Alfalfa (0.48 y 0.40 respectivamente). Ahora bien, el mayor consumo de N logrado con la fertilización o por el contenido en la Alfalfa, elevaron ligeramente la relación entre el N absorbido y el balance de N con el N total ingerido (NA/NIT y NB/NIT, respectivamente), esto también se observó en otros estudios (Camargo, 2006; Zhang et al., 1995). En R300 y R400 no existió incremento en variables como la eficiencia microbial e inclusive disminuyó en la eficiencia del N en el rumen (Cuadro, 26). No existió ($P > 0.05$) influencia de los tratamientos sobre el pH de la orina.

6. 8. Relación de la digestión de nitrógeno y fibra detergente neutro en novillos alimentados a base del heno de Alfalfa y tres niveles de fertilización con N en el Ballico anual.

El efecto del N adicionado por fertilización al BA en la relación de la digestión en rumen del N y FDN, así como de los cambios en las proporciones en la orina de N total y N amoniacal se presentan en el Cuadro 29. Con la fertilización ocurrió una disminución en la proporción entre la digestión de FDN en rumen y el total de N ingerido. En coincidencia con Camargo (2006) quien encontró que la fertilización con N iba 100 y 300 Kg de $N \cdot ha^{-1}$ disminuyó la proporción entre la digestión de FDN en rumen (NDFRDP) y el total de N ingerido (1.04 y 0.94 respectivamente).

Aunque existió una tendencia ($P > 0.05$) a elevarse la digestión de FDN en rumen con el incremento de N consumido, derivado de la fertilización, este resultado fue en mascarado por el creciente valor del N consumido en el denominador de la relación. Es notable asegurar que, aunque con la fertilización se elevó el consumo de N y la digestión en rumen de la fracción fibrosa, en realidad ocurre un “desperdicio”, porque disminuye su eficiencia de utilización como acelerador la digestión de la fibra en rumen, por unidad de N consumido. Con los tratamientos no existió ($P > 0.05$) cambio en la relación de la digestión en rumen del N y el total consumido de este. Camargo (2006) reporta que la fertilización con N (100, 200 y 300 Kg de $N \cdot ha^{-1}$) ocasionó una disminución de 17.73% sobre la proporción entre la digestión de N en rumen (NRDP) y el total de N ingerido (1.51, 1.26 y 1.22 respectivamente).

Las diferencias numéricas que se observan son anuladas por la elevada variación registrada en la digestión en rumen del N (Cuadro, 26). Existió influencia (Componente lineal; $P > 0.05$) de la fertilización nitrogenada sobre la relación de N total en la orina (UN) y N en las heces (NF). Esto como consecuencia del mayor incremento en la orina respecto lo excretado en heces. Corroborando comparaciones anteriores, esta respuesta es un indicador de la mayor pérdida de N conforme se elevan las dosis de fertilización en BA y otras gramíneas (León et al., 2008; Greenquist et al., 2014). En el presente estudio se observa que la fertilización nitrogenada provocó mayor relación de N total en la orina (UN) y N en las heces (NF) que el promedio encontrado ($1.40 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$) en el BA sin fertilizante en otros estudios Cuadro 19 (Touno et al., 2014; Matsui et al., 2005; Zhao et al., 2015). En el presente estudio como otro de Touno et al. (2014) la fertilización con N no provocó una relación mayor de $50 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1}$ entre el N total en la orina y N total consumido (UN/NIT). Sin embargo, aunque que la leguminosa (TTG) presentó la mayor relación entre relación de N total en la orina y N en las heces Cuadro 28, pero presentó una relación similar con R300 y R400 entre el N total en la orina y N total consumido (UN/NIT). En contraste Pinos-Rodríguez et al. (2002) encontró que el BA presentó mayor relación entre el N total en la orina y N total consumido (UN/NIT) comparado con el TTG (0.48 y $0.40 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1}$).

Cuadro 28. Balance y eficiencia de N en la digestión en novillos Holstein alimentados a base del heno de Alfalfa y tres niveles de fertilización con nitrógeno en el Ballico anual.

| | Tratamiento ¹ | | | | Componentes ³ | | |
|--|--------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|--------------|--------------|
| | TTG | R200 | R300 | R400 | EE ² | L | C |
| Balance de N, g*d⁻¹ en BS. | | | | | | | |
| NIT ³ | 139.6 ^b | 101.3 ^a | 142.7 ^c | 141.1 ^{bc} | 0.8 | 0.031 | 0.000 |
| UN ³ | 57.1 ^b | 37.6 ^a | 58.6 ^c | 57.8 ^{bc} | 1.4 | 0.001 | 0.000 |
| FN ³ | 33.4 ^{ab} | 33.1 ^a | 37.2 ^b | 37.1 ^b | 1.4 | 0.002 | 0.001 |
| NAA ³ | 106 ^b | 68.3 ^a | 106 ^b | 104 ^b | 1.0 | 0.563 | 0.000 |
| NB ³ | 49.1 ^c | 30.7 ^a | 46.9 ^{bc} | 46.2 ^{bc} | 1.2 | 0.000 | 0.000 |
| NET ³ | 90.5 ^b | 70.6 ^a | 95.8 ^c | 94.9 ^{bc} | 1.7 | 0.000 | 0.259 |
| NRNIT ³ | 35.2 ^c | 30.3 ^a | 32.8 ^b | 32.7 ^b | 1.0 | 0.097 | 0.008 |
| Eficiencia de utilización de nitrógeno, g*g⁻¹. | | | | | | | |
| FN/NIT ³ | 0.24 ^a | 0.33 ^b | 0.26 ^a | 0.26 ^a | 0.01 | 0.001 | 0.002 |
| UN/NIT | 0.41 ^b | 0.37 ^a | 0.41 ^b | 0.41 ^b | 0.00 | 0.865 | 0.052 |
| UN/FN | 1.73 ^{bc} | 1.14 ^a | 1.58 ^b | 1.56 ^b | 0.01 | 0.015 | 0.596 |
| UANvsUN | 0.0005 ^a | 0.0010 ^d | 0.0007 ^b | 0.0008 ^c | 0.0001 | 0.014 | 0.400 |
| NAA/NIT ³ | 0.761 ^c | 0.673 ^a | 0.739 ^b | 0.732 ^b | 0.01 | 0.001 | 0.002 |
| NB/NIT ³ | 0.35 ^c | 0.30 ^a | 0.33 ^b | 0.33 ^b | 0.01 | 0.035 | 0.020 |
| NET/NIT ³ | 0.65 ^{ab} | 0.70 ^{bc} | 0.67 ^b | 0.67 ^b | 0.01 | 0.035 | 0.020 |
| UpH | 7.43 | 7.71 | 7.44 | 7.60 | 136.77 | 0.978 | 0.329 |

a, b, c Medias con distinta literal en una hilera son diferentes (P < 0.05).

NIT= Nitrógeno total consumido UAN: Nitrógeno amoniacal excretado en orina; NF: Nitrógeno excretado en heces, NRNIT: Relacion de Nitrógeno retenido y % Nitrógeno total consumido = 100 * NB/NIT, NB: Balance de nitrogeno = NIT – (UN + FN); NET: Nitrógeno total Excretado (heces y orina) = NF + UN, UpH= Potencial hidrogeno en orina. NAA: Nitrogeno absorbido aparente= NIT – FN.

¹Tratamientos: TTG = Heno de Alfalfa, R200= Heno de Ballico anual fertilizado con 200 Kg de N*ha⁻¹, R300= Heno de Ballico anual fertilizado con 300 Kg de N*ha⁻¹, R400= Heno de Ballico anual fertilizado con 400 Kg de N*ha⁻¹

²EE= Error estándar.

³Componentes= L: lineal y C: Cuadrático.

UN: Nitrógeno total excretado en orina = -14.12 + (0.51 * NIT), FN/NIT: Relacion entre el nitrógeno en las heces y nitrógeno total consumido = NF/NIT. UN/NIT: Relacion entre el nitrógeno total en la orina y nitrógeno total consumido = UN/NIT; UAN/UN = UAN/UN; Relación entre el N amoniacal en la orina y el N total en la orina; UN/FN = UN/FN; Relación entre el N total en orina y de N en heces; NAA/NIT: Relacion entre el nitrógeno absorbido aparente y nitrógeno total consumido = NA/NIT; NB/NIT: Relacion entre el balance de nitrógeno ((NIT- (FN+ UN)) y nitrógeno total consumido = NB/ NIT; NET/NIT: Relacion entre la excreción total de nitrógeno (FN + UN) y nitrógeno total consumido = NET/ NIT.

Cuadro 29. Relación de la digestión de nitrógeno y fibra detergente neutro en novillos alimentados a base del heno de Alfalfa y tres niveles de fertilización con nitrógeno en el Ballico anual.

| | Tratamiento ¹ | | | | EE ² | Componentes ³ | |
|--------------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|--------------------------|--------------|
| | TTG | R200 | R300 | R400 | | L | C |
| Parámetros, g*d ⁻¹ en BS. | | | | | | | |
| NRD/NIT | 0.69 ^b | 0.48 ^a | 0.62 ^b | 0.61 ^{ab} | 0.06 | 0.075 | 0.181 |
| NDFRDP/MEF | 4.84 | 4.99 | 5.05 | 4.97 | 0.67 | 0.968 | 0.818 |
| NDFRD/NIT ³ | 16.0 ^b | 20.3 ^c | 16.4 ^b | 13.6 ^a | 0.29 | 0.000 | 0.033 |
| UN/UANPRT ³ | 1.09 ^c | 0.61 ^a | 0.67 ^b | 0.69 ^b | 0.06 | 0.014 | 0.400 |
| Parámetro, % | | | | | | | |
| UAN ³ | 0.030 ^a | 0.038 ^b | 0.040 ^b | 0.050 ^c | 0.000 | 0.001 | 0.194 |

a, b, c Medias distinta literal en una hilera son diferentes (P < 0.05).

NDFRDP/EfNM = NDFRDP/MEF; Relación entre digestión ruminal de NDF y la eficiencia del nitrógeno microbial.

NDFRDP/NIT = NDFRDG/NIT; Relación entre la digestión ruminal de FDN y el consumo total de nitrógeno en gramos por día.

NRD/NI = NRD/NIT; Relación entre el N ingerido en el rumen y el N el total del nitrógeno ingerido.

BS= Base seca.

¹Tratamientos:

TTG = Heno de Alfalfa,

R200= Heno de Ballico anual fertilizado con 200 Kg de N*ha⁻¹

R300= Heno de Ballico anual fertilizado con 300 Kg de N*ha⁻¹

R400= Heno de Ballico anual fertilizado con 400 Kg de N*ha⁻¹

²EE= Error estándar.

³Componentes = L: lineal y C: Cuadrático.

CONCLUSIONES

Con este estudio se concluye que la fertilización nitrogenada al BA elevó la digestión ruminal de N, pero disminuyó la de la FDN, FDA, pero no provocó cambios en la síntesis MOM y la EfNM, aunque si disminuyó la EfN. La fertilización con N no afectó el flujo de NM, pero se observó que a la mayor dosis de N disminuyó la NM observándose que R300 presentó mayor eficiencia de generación de NM. Aunque la fertilización con N al BA aumentó el N excretado vía heces y orina, se comprobó que por esta última vía es mayor la pérdida de N que es liberada al ambiente. Esto como consecuencia del mayor degradable del nitrógeno en el rumen y por su alto valor proteico en el BA.

Bibliografías

- Abraha A. B., W. F. Truter, J. G. Annandale, and M. K. Fessehazion. 2015. Forage yield and quality response of Annual Ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) to different water and nitrogen levels. Department of Plant Production and Soil Science, University of Pretoria, Private Bag X20, Hatfield 0028, Pretoria, South Africa. 1-18.
- Agreda, T. O. 1961. Efectos del fotoperiodo y variabilidad en el pasto Jaragua, *Hyparrhenia rufa* (Nees.) stapf. Tesis para optar al grado de Magister Agricultura en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA.
- Alanís, R. A. J. 1981. Ensayo comparativo de la producción de forraje verde, Materia seca, Proteína cruda, y total nutriente digestible en 16 variedades de pasto Ryegrass Perenne (*Lolium perenne* L. y *Lolium multiflorum* L.). Tesis profesional, CNEIEZ. México D. F. 155 p.
- Alexander, R. A., J. F. Hentges, J. T. McCall and W. O. Ash. 1962. Comparative digestibility of nutrients in roughages by cattle and sheep. *Journal of Animal Science*. 21(2): 373-376.
- Alfredo, L. L. 2011. Valor nutritivo y digestibilidad de dos gramíneas de clima templado o Sierra: Kikuyo (*Penisetum clandestinum*) y Grama (*Cynodon dactylon*) a tres edades de cosecha. Tesis de Grado para optar del título: Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja. Ecuador.
- Alkindi, A., E. Schlecht and A. Schiborra. 2013. Nitrogen balance and rumen Microbial protein synthesis in goats fed quebracho tannin and activated charcoal. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 22, 117.
- Allan, G. L., S. Parkinson, M. A. Booth, D. A. J. Stone, S. J. Rowland, J. Frances and R. Warner-Smith. 2000. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*: I. Digestibility of alternative ingredients. *Aquaculture*. 186: 293-310.
- Allard, H. A. and M. W. Evans. 1941. Growth and flowering of some tame and wild grasses in response to different photoperiods. *Journal of Agricultural Research*. 62: 193-228.
- Allden, W. G. and I. A. M. Whittaker. 1970. The determinants of herbage intake by grazing sheep: The interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. *Aust. J. Agric. Res.* 21: 755-762.
- Alomar, D., A. René, P. Meissner and P. Moreina. 1997. Chemical composition and in vivo digestibility of Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* cv. Concord) at four phenological stages. *Agro sur*. 25(1): 34-40.

- Alvarez, E. 1996. Variación Nutricional del Ryegrass Producido en el valle Mexicali, con respecto a la época de Pastoreo. Tesis para optar Grado de Maestro en Ciencias en Sistema de Producción Animal. UABC-ICA.
- Álvarez, G. E. 1994. Producción de leche en praderas de invierno. Memoria 4ª. Reunión anual sobre producción de carne y leche en climas en climas calidos. Mexicali. Pp. 84-90.
- Álvarez, E. G., G. J. Rodríguez, R. E. Rodríguez, G. A. Carrillo, R. A. Zinn, J. Plascencia, A. Montaña, M. F. González, V. M. Espinoza y S. U. Aguilar. 2008. Valor alimenticio comparativo del pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*, var. Whittet) en dos estaciones de crecimiento con Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) y Sudán (*Sorghum sudanense*) ofrecido a Novillos Holstein. Rev. Interciencia. 33 (2): 135:139.
- Álvarez, E.G. and R. A. Zinn. 2007. Influence of site of casein infusion on voluntary feed intake and digestive function in Steer calves fed a sudangrass-based growing diet. *J. Anim. Vet. Adv.* 6: 249 - 256.
- Amaral M. F., J. C. Mezzalira, C. Bremm, J. K. Da Trindade, M. J. Gibb, R. W. M. Sun and P. C. Carvalho. 2012. Sward structure management for a maximum short-term intake rate in Annual Ryegrass. *Grass and Forage Science.* 68: 271–277.
- Amaral, G. A., G. V. Kozloski, A. B. Santos, D. S. Castagnino, A. C. Fluck, R. Farenzena, T. P. Alves, and F. R. Mesquita. 2011. Metabolizable protein and energy supply in Lambs fed Annual Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) supplemented with sources of protein and energy. *J. Agric. Sci.* 149: 519-527.
- Amrane, R. and B. Michalet-Doreau. 1993. Effect of maturity stage of Italian Ryegrass and Lucerne on ruminal Nitrogen degradability. *Ann. Zootech.* 42: 31-37.
- Aneja, V. P., B. Bunton, J. T. Walker, and B. P. Malik. 2001. Measurement and analysis of atmospheric ammonia emissions from anaerobic lagoons. *Atmospheric Environment.* 35: 1949-1958.
- Anslow, R. C. 1966. The Rate of Appearance of Leaves on Tillers of the Gramineae. *Herbage Abstracts.* 36: 149-155.
- Araya M., and C. F. Boschini. 2005. Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum purpureum* en la Meseta Central de Costa Rica *agronomía Mesoamericana.* 16(1): 37-43.
- Archibeque, S. L., J. C. Burns and G. B. Huntington. 2008. Urea flux in beef Steers: Effects of forage species and Nitrogen fertilization. *J. Anim. Sci.* 79: 1937–1943.
- Archimède H, M. Eugène, C. Marie, Magdeleine, M. Boval and C. Martin. 2011. Comparison of methane production between C₃ and C₄ grasses and legumes. *Anim Feed Sci Technol.* 166: 59-64.

- Argamentería, G. A., B. de la Roza, A. Martínez, L. Sánchez y A. Martínez. 1997. El ensilado en Asturias. Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria (CIATA). p. 1-127.
- Auda, H., R. E. Blaser and R. H. Brown. 1966. Tillering and carbohydrate contents of orchardgrass as influenced by environmental factors. *Crop Science*. 6: 139-143.
- Aufrère, J., M. Dudilieu, C. Poncet. 2008. *In vivo* and *in situ* measurements of the digestive characteristics of Sainfoin in comparison with Lucerne fed to sheep as fresh forages at two growth stages and as hay", *Animal*, 2: 1331-1339.
- Ballard, C. E. Thomas, D. Tsang, and P. Mandebvu. 2001. Effect of Corn silage hybrid on dry matter yield, nutrient composition, *in vitro* digestion, intake by dairy Heifers, and milk production by dairy Cows. *Journal Dairy Science*. 84(2): 442-452.
- Barlow, R., K. J. Ellis, P.J. Williamson, P. Costigan, P. D. Stephenson, G. Rose and P. T. Mears. 1988. Dry-matter intake of hereford and first cross Cow measured by controlled release of Cromic oxide on three pasture systems. *J. Agr. Sci.* 110: 217-225.
- Bartels, J. M. 1996. Cool season forage grasses. Agronomy technical book, No. 34. Madison, Wisconsin, U.S.A. 12-64 pp.
- Barth K. M., G. W. Vander and J. L. Cason. 1958. A comparison of the nutritive value of Alfalfa hay with Brome grass and reed canary grass hays at various levels of Nitrogen fertilization. *Journal of Nutrition*. 68: 383-391.
- Bartholomew, P.W. and D. M. Chestnutt. 1977. The effect of a wide range of fertilizer Nitrogen application rates and defoliation intervals on the dry-matter production, seasonal response to Nitrogen, persistence and aspects of chemical composition of Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* cv). *Journal of Agricultural Science, Cambridge*. 88: 711-72.
- Basilio, N. A. 2014. Influencia de una enzima fibrolítica sobre la sustitución de heno de Alfalfa por ensilaje de Maíz en una dieta para ganado lechero. Tesis para Obtener el Grado de Maestro en Ciencias en Sistemas de Produccion Animal. Universidad Autónoma de Baja California. Instituto de Ciencias Agrícolas. B.C. Mexico.
- Beever, D. E., D. J. Thomson, M. J. Ulyatt, S. B. Cammell and M. C. Spooner. 1985. The Digestion of fresh Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L. cv. Melle) and White Clover (*Trifolium repens* L. cv. Blanca) by Growing Cattle fed Indoors. *Br. J. Nutr.* 54: 763-775.
- Bélanger, G., Richards, J. E. and Walton, R. B. 1989. Effects of 25 years of N, P, and K fertilization of yield, persistence and nutritive value of a timothy sward. *Can. J. Plant Sci.* 69: 501-512.
- Berone G. D., F. A. Lattanzi, M. R. Colabelli and M. G. Agnusdei. 2007. A comparative analysis of the temperature response of leaf elongation in *Bromus stamineus* and *Lolium perenne* plants in the field: Intrinsic and size mediated effects. *Annals of Botany*. 100: 813-820.

- Bertauski, A. F., J. M. Swiader and D. J. Wehner. 1997. Dry weight production and nitrogen efficiency traits in Kentucky bluegrass cultivars in nutrient solution and soil. *Crop Sci.* 35: 1548-1553.
- Binnie, R. C., Harrington, F., And J. Murdah. 1974. The effect of cutting height and Nitrogen level on the yield, *in vitro* digestibility and chemical composition of Italian Raygrass. *J. Br. Grassld. S.* 29: 57-62.
- Bolletta, A. S. Lagrange, M. Tulesi, M. Dupouy. 2007. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción forraje y calidad en Avena sativa. XXX Congreso Argentino de Producción Animal en la ciudad de Santiago del Estero, 3-5 de Octubre de 2007.
- Bonilla, J. A. and C. L. Flores. 2012. Enteric methane emission by ruminants and its contribution to global climate change. Review. *Rev Mex Cienc Pecu.* 3(2): 215-246.
- Bonner, J. and A. Galston. 1959. Principios de fisiología vegetal. Traducción del inglés Federico Portillo. Aguilar, Madrid 485 p.
- Borrajo, C.I., F. Morales, C. Laurencio and S. Laplace. 2014. Comparación de gramíneas subtropicales en un suelo Natracuol de la Cuenca del Salado. 37.º Congreso AAPA. RAPA. Pp. 473.
- Bos H. J. and J. H. Neuteboom. 1998b. Growth of individual leaves of Spring Wheat (*Triticum aestivum* L.) as influenced by temperature and light intensity. *Annals of Botany.* 81: 141-149.
- Bos, H. and J. H. Neuteboom. 1998a. Morphological analysis of leaf and tiller number dynamics of Wheat (*Triticum aestivum* L.): response to temperature and light intensity. *Annals of Botany.* 81: 131-139.
- Bourquin, L. D. and G. C. Fahey. 1994. Ruminant digestion and glycosyl linkage patterns of cell wall components from leaf and stem fractions of Alfalfa, orchard grass, and wheat straw. *J. Anim. Sci.* 72: 1362-1373.
- Bowman, J. G., C. W. Hunt, M. S. Paterson, and J. A. Paterson. 1991. Effects of grass maturity and legume substitution on large particle size reduction and small particle flow from the rumen of Cattle. *J. Anim. Sci.* 69: 369-378.
- Broderick G. A. and K. A. Albrecht. 1994. Ruminant *in vitro* degradation of protein in tannin free and tannin containing forage legume species. *J. Anim. Sci.* 72, (supp. 1): 385.
- Cabanillas, C. R. 1990. Densidad de siembra, Nitrógeno y cortes, en el rendimiento, composición química y digestibilidad *in vitro* del forraje, producción y calidad de semilla del Ballico Anual (*Lolium multiflorum* Lam.). Tesis para optar Grado en Maestría en Ciencias. Colegio Postgrados, Chapingo. Mexico.

- Cadena, L. J. y S. I. Mendoza. 2001. Evaluación de tres variedades de Ballico Anual (*Lolium multiflorum* L.) en un sistema de producción de leche en pastoreo en Chapingo México. Tesis profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. p.61.
- Callow, M. N., P. Michell, J. E Baker, P. S. Cocks and G. M. Hough. 2005. Response of herbage regrowth and water-soluble carbohydrate concentration of Ryegrass species to defoliation practices when grown in mediterranean conditions. *Grass and Forage Science*. 50: 59- 67.
- Calsamiglia, S., M. Busquet, P. W. Cardozo, L. Castillejos, and A. Ferret. 2007. Essential oils for modifying rumen fermentation: A review. *J. Dairy Sci*. 90: 2580-2595.
- Camlin, M. 1976. The role of Italian Ryegrass. *Agriculture in Northern Ireland*. 50 (12): 331-334.
- Cantú, B. J. E. 1989. Apuntes de cultivos forrajeros. Departamento de fitomejoramiento. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. Pp.168
- Carámbula, M. 2002. Pasturas y forrajeras; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay. Hemisferio Sur. 357 p.
- Carrasco, N., M. Zamora y A. Melin. 2011. Manual de Sorgo.1ª ed.- Chacra experimental Integrada Barrow: Ediciones INTA.
- Carrillo R., H. Mario, E. Coronadoa, D. Báez, G. Alma, G. Reyes, H. Mario, R. Márqueza and J. L. Ihave. 2010. Inoculation and nitrogen fertilization for forage production in Annual Ryegrass, oats and wheat. *Rev Mex Cienc Pecu*. 1(2): 131-143.
- Carrillo, M. E. 1972. Praderas artificiales de invierno para el valle de Mexicali, B. C. Zacate Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) CIANO INIA. Folleto No. 42. 16 p.
- Carulla, J. E., M. Kreuzer, A. Machmuller, and H. D. Hess. 2005. Supplementation of Acacia mearnsii tannins decreases methanogenesis and urinary Nitrogen in forage-fed sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*. 56: 961-970.
- Casal J.J., R. A. Sanchez and D. Gibson. 1990. The significance of changes in the red/farred ratio, associated with either neighbour plants or twihght, for tillering in *Lolium multiflorum* Lam. *New Phytol*. 116: 565-572.
- Casal, J. J., R. A. Sanchez and V. A. Deregibus. 1987. Tillering responses of *Lolium multiflorum* plants to changes.
- Casler, M. D., and I. T. Carlson. 1995. Smooth Bromegrass. Pages 313–324 in *An Introduction to Grassland Agriculture. Forages: Vol. 1*. R. F. Barnes, D. A. Miller, and C. J. Nelson, ed. Iowa State Univ. Press, Ames.

- Casque, G.R. 1987. Zootecnia Lechera Concreta. Editorial CECSA. 1ª Ed. Mexico, D.F.
- Castelanos, R. J. 1983. Efecto del estiércol de bovino sobre las propiedades del suelo y el rendimiento de forraje (II). pp. 405-411. *In: Informes de Investigación en Forrajes.* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Campo Experimental La Laguna. Matamoros, Coahuila, México.
- Catanese, F., R. A. Distel, and M. Arzadun. 2009. Preferences of Lambs offered Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) and Barley (*Hordeum vulgare* L.) herbage as choices. *Grass Forage Sci.* 64: 304-309.
- Caton, J. S., V. I. Burke, V. L. Anderson, L. A. Burgwald, P. L. Norton, and K. C. Olson. 1994. Influence of crambe meal as a protein source on intake, site of digestion, ruminal fermentation, and microbial efficiency in Beef Steers fed grass hay. *J. Anim. Sci.* 72: 3238-3245.
- Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Jalisco (CIPEJ). 2015. El zacate Rye Grass Annual o Ballico Italiano. <http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com>.
- Cervantes, M., N. Torrentera and A. Valderrain. 1996. Degradación in vitro de la Materia Seca y Proteína Cruda del Ryegrass anual en tres estados de madurez diferente. Memoria 6ª. Reunión anual sobre producción de carne y leche en climas cálidos. Mexicali. Pp. 102-105.
- Cervantes, R. M., E. C. Álvarez, O. N. Torrentera, G. D. Mendoza, S. S. Espinoza, F. A. Valderrain, y S. M. González. 2000. Época de corte y composición nutricional, sitio y grado de digestión de Ballico Anual (*Lolium multiflorum* Lam.) en Novillos. *Agrociencia.* 34: 413-422.
- Chalanyer. 1994. Casa comercial de venta de semillas forrajeras. México D. F. 2 p.
- Church, D. C. y W. G. Pond. 1994. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Editorial Limusa, S. A. de C. V. Grupo Noriega Editores. México. pp 438.
- Church, D. C. 1984. Alimentos y alimentación del ganado. Editorial Agropecuaria. Hemisferio Sur S. R. L. Uruguay.
- Clark, J. H., T. H. Klusmeyer and M. R. Cameron. 1992. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 75: 2304-2323.
- Coblentz, W. K., P. C. Hoffman, W. E. Jokela and M. G. Bertram. 2010. Unique dairy applications for eastern Gamagrass in central Wisconsin: II. Nutritive value and energy density. *Agron. J.* 102: 1720-1730.

- Coblentz, W. K., W. E. Jokela and J. S. Cavadini. 2016. Production and nitrogen-use efficiency of oat forages receiving slurry or urea. *Agron. J.* 108: 1390-1404.
- Coblentz, W. K., W. E. Jokela and M. G. Bertram. 2014. Cultivar, harvest date, and Nitrogen fertilization affect production and quality of fall oat. *Agron. J.* 106: 2075-2086.
- Cole, N. A., L. W. Greene, F. T. McCollum, T. Montgomery and K. McBride. 2003. Influence of oscillating dietary crude protein concentration on performance, acid-base balance, and Nitrogen excretion of Steers. *J. Anim. Sci.* 81: 2660-2668.
- Cole, N. A., P. J. Defoor, M. L. Galyean, G. C. Duff, and J. F. Gleghorn. 2014. Effects of phase feeding of crude protein on performance, carcass characteristics, serum urea nitrogen concentrations, and manure Nitrogen of finishing beef Steers. *J. Anim. Sci.* 84: 3421-3432.
- Combellas, J., E. J. González y A. Trujillo. 1972. Rendimiento y valor nutritivo de forrajes tropicales. 1. Bermuda cv. Coastal (*Cynodon dactylon*) (L) Pers.). *Agronomía Tropical.* 22(3): 231-238.
- CORPOICA. 2013. Sistema de toma de decisión para la selección de especies forrajes (STDF). Disponible: <http://www.corpoica.org.co/NettCorpoicaMVC/STF/Especie/Details/69>.
- Correa, H. J. 2011. Efecto del manejo del pastoreo y la suplementación alimenticia en vacas lactantes de sistemas especializados sobre su metabolismo energético y proteico y el contenido de proteína en la leche universidad nacional de colombia. Tesis para optar Doctor en Ciencias de la Producción Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Sede Bogotá.
- Craighead, M. D., J. A. Hayward and W. B. Burgess. 1998. Winter beef weight gain on Italian grass seed crops in southern Canterbury. *Proceedings of the New Zealand Grasslands Association.* 60: 281-286.
- Deinum, B., A. J. Van and P. J. Van Soest. 1968. Climate, nitrogen and grass. 11. The influence of light intensity, temperature and nitrogen on in vivo digestibility of grass and the prediction of these effects from some chemical procedures. *Neth. J. Agric. Sci.* 16: 217-223.
- Demagnet, R. 1994. Producción de forraje en base a ballicas. En: Latrille, L. (Ed). *Producción Animal.* Instituto de Producción Animal. Facultad de ciencias agrarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. Serie B. 18: 116-132.
- Demarquilly C. 1970. Influence de la fertilization azotée sur la valeur alimentaire des fourrages veris. *Ann. Zootechn.,* 19 (8): 423-437.

- Demarquilly, C. 1977. Fertilisation et qualité du fourrage. Fourrages. 69: 61-84. Determinación de la carga óptima económica de Novillos en pastoreo de zacate Ballico Anual (*Lolium multiflorum* L.). Praderas cultivadas de invierno. CIANE-INIA-SAG. Comarca Lagunera, México. Pp. 1-20.
- DNMET. 1992. Normas Climatológicas (1961-1990). Departamento Nacional de Meteorología. Brasília-Brasil.
- Donaghy D. J., L. R. Turner and K. A. Adamczewski. 2008. Effect of defoliation management on water-soluble carbohydrate energy reserves, dry matter yields, and herbage quality of tall fescue. *Agronomy Journal*. 100: 122-127.
- Donaghy, D. J. and W. J. Fulkerson. 1998. Priority of allocation of water soluble carbohydrate reserves during regrowth of *Lolium perenne* L. *Grass and Forage Science*. 53: 211-218.
- Donaldson, R. S., M. A. McCann, H. E. Amos and C. S. Hoveland. 1991. Protein and fiber digestion by steers grazing winter annuals and supplemented with ruminal escape protein. *J. Anim. Sci.* 69: 3067- 3071.
- Donaldson, R. S., M. A. McCann, H. E. Amos and C. S. Hoveland. 1989. Effects of implant and protein supplementation on Steers grazing winter annuals. *J. Anim. Sci.* 67(2): 34-41.
- Dougherty, C. T., N. W. Bradley. L. M. Lauriault, J. E. Arias and P.L. Cornelius. 1992. Allowance-Intake relation of cattle grazing vegetative Tall Fescue. *Grass and Forage Science*. 47: 211-219.
- Durand, J. L, R. Schäufele and F. Gastal. 1999. Grass leaf elongation rate as a function of developmental stage and temperature: morphological analysis and modeling. *Annals of Botany*. 83: 577- 588.
- Duru, M. 2003. Effect of Nitrogen fertilizer rates and defoliation regimes on the vertical structure and composition (crude protein content and digestibility) of a grass sward. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 83: 1469-1479.
- Duthil, J. 1989. Producción de forrajes. 4ª edición. Ed. Mundi-prensa. Madrid, España. 367 p.
- Eckard R. J., P. E. Bartholomew and N. M. Tainton. 2013. The yield response of Annual Ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) to varying Nitrogen fertilizer application strategies, *South African Journal of Plant and Soil*. 12(3): 112-116.
- Eckard, R. J. 1986. The Nitrogen Nutrition of Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* L.). MSc Thesis, University of Natal, Pietermaritzburg, South Africa.

- Eckard, R.J. 1996a. The Window of Opportunity for Nitrogen Fertiliser use. Proceedings of the Large Herds Australia Conference, Launceston, February. pp 173 - 181.
- Eckard, R. J. 1990b. The relationship between the Nitrogen and nitrate content and nitrate toxicity potential of *Lolium multiflorum* Lam. Journal of the Grassland Society of Southern Africa. 7: 174-78.
- Eckard, R. J. 1994. The Nitrogen economy of three irrigated temperate grass pastures with and without clover in Natal. Ph.D. Thesis, University of Natal, Pietermaritzburg, South Africa. Agronomy Journal. 92: 1125-1134.
- Ehlig, C. F. and R. W. Hageman. 1982. Nitrogen management for irrigated annual ryegrass in Southwestern United States. Agron. J. 820-823.
- Elizaberth, R. 2012. Evaluación del potencial biofertilizante de tres corcios de cianobacterias en el crecimiento y valor nutricional de pasto Ryegrass Anual (*Lolium multiflorum* Lam.) a Nivel de camara de Invernadero. Tesis para obtener grado académico en: Ingeniera en Biotecnología.
- Equiarte, J. A; González y R. Martínez 1993. El zacate Guinea recomendaciones para su uso, establecimiento y manejo. Boletín" XV Aniversario" G. PEJ. Guadalajara, México.
- Esculante, L. J. 2007. Tasa de crecimiento componentes químicos y morfológicos bajo diferentes niveles de fertilización nitrogenada en Ballico Anual (*Lolium multiflorum* Lam.) diploide Vs tetraploide en el valle Mexicali B.C. Tesis profesional. Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma Baja California. México. 75 p.
- Espinoza, S. S. 1995. Digestión de nutrientes de una pradera mixta (Ryegrass-Trebol berseem) ofrecido verde y y henificado a vacas y Novillos Holstein. Tesis de Maestría en Producción Animal. ICA-UABC.
- Fariani, A., L. Warly, T. Matsui, T. Fujihara, and T. Harumoto. 1994. Rumen degradability of Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) harvested at three different growth stages in sheep. Asian Australas. J. Anim. Sci. 7:41-48.
- Farías, F. J. M., H. M. Quiroga, R. A. Martínez, y H. G. Salinas. 1983. Ballico Anual; Alternativa Invernal para Producir Forraje en la Comarca Lagunera. Folleto 7. SARH-INIA-CIAN. México. 9 p.
- Ferri, C. M., N. P. Stritzler and J. H. Pagella. 2004. Nitrogen fertilization on Ryegrass Pasture: effect on forage chemical composition, voluntary intake, digestibility and rumen degradation. Journal Agronomy and Crop Science. 190: 1- 8.
- Ferri, C. M., N. P. Stritzler, J. H. Pagella and H.J. Petruzzi. 2000. Effect of Nitrogen fertilization in Ryegrass on voluntary intake and in vivo apparent dry matter digestibility of rams. Summaries of Posters of the 18th General Meeting of the European Grassland Federation, Denmark. 27 p.

- Fessehazion, M. K., J. G. Annandale, C. S. Everson, R. J. Stirzaker and E. H. Tesfamariam. 2014a. Evaluating of Soil Water Balance (SWB-Sci) Model for Water and Nitrogen Interactions in Pasture: Example Using Annual Ryegrass. *Agricultural Water Management*. 146: 238-248.
- Fessehazion, M. K., R.J. Stirzaker, J. G. Annandale and C. S. Everson. 2011. Improving Nitrogen and irrigation Water use efficiency through adaptive management: A Case Study Using Annual Ryegrass. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 141: 350-358.
- Filho, R. D.T., K. Ghavami, G. L. England and K. Scrivener. 2003. Development of vegetable fibre-mortar composites of improved durability. *Cement Concr. Compos.* 25 (2): 185-196.
- Flores, L. R. 1998. Características de la digestión de Novillos alimentados con Ryegrass Anual (*Lolium multiflorum* var. Orgeon) más Suplemento. Memoria VI. Reunión Anual sobre Producción de Carne y Leche en Climas Cálidos. Mexicali. Pp. 102-105.
- Fonseca, A. J. M., A. R. J. Cabrita, C. S. S. Nogueira, D. S. P. Melo, Z. M. C. Lopes, and J. M. F. Abreu. 2005. Lactation Responses of Dairy Cows to Whole-crop Wheat or Ryegrass Silages. *Anim. Feed Sci. Technol.* 118: 153-160.
- Foster, J. L., A. T. Adesogan, J. N. Carter, A. R. Blount, R. O. Myer, and S. C. Phatak. 2014. Intake, digestibility, and Nitrogen retention by sheep supplemented with warm-season legume hay lages or Soybean meal. *J. Anim. Sci.* 87: 2899-2905.
- Frasinelli, C.A., J. Martinez, N. P. Stritzler, H. J. Petruzzi, C. M. Ferri, J. H. Pagella y K. Frigerio. 2001. Fertilización nitrogenada de *Digitaria eriantha* y digestión ruminal medida in situ en Novillos en pastoreo durante la primavera. *Revista Argentina de Producción Animal.* 21: 29-30.
- Fulkerson, W. J., K. S Nandra.C. F. Clark and I. Barchia 2006. Effect of cereal based concentrates on roductivity of Cows Grazing short-rotation Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) or Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) Pastures. *Livestock Science.*103: 85-94.
- Fulkerson W. J., J. S. Neal, C. F. Clark, A. Horadagoda, K. S. Nandra and I. Barchia. 2007. Nutritive Value of Forage Species Grown in the Warm Temperate Climate of Australia for dairy cows: Grasses and legumes. *Livestock Science.* 107: 253-64.
- Fulkerson W. J. and K. Slack. 1995. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*: Effect of defoliation frequency and height. *Grass and forage science* 50: 16-20.
- Fulkerson W. J. and K. Slack. 2003. Effect of defoliation height and redefoliation interval on regrowth and survival of Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.) in Subtropical dairy Pastures. *Australian Journal of Experimental Agriculture.* 43: 121-125.

- Fulkerson W. J., K. Slack and D. W. Hennesy. 1998. Nutrients in Ryegrass (*Lolium* spp.) White Clover (*Trifolium repens*) and Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) pastures in relation to season and stage of regrowth in a subtropical environment. Australian Journal of Experimental Agriculture. 38: 227- 40.
- Gaitán, S. y J. D. Pavón. 2003. Aplicación del modelo NRC 2001 en la caracterización energética y proteica de los pastos Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*, Hoechst), Ryegras perenne (*Lolium perenne* L.) y falsa poa (*Holcus lanatus*) en un hato lechero del oriente antioqueño; Trabajo de grado de Zootecnia, Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 55 p.
- Garcés, S. F. 2017. Efecto de la fertilización orgánica sobre la calidad nutricional de Ballico Anual (*Lolium multiflorum* Lam.) en el Cantón Cevallos. Trabajo de investigación para obtener del grado académico de Magíster en Agroecología y Ambiente. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.
- Gastal, F. and C. J. Nelson. 1994. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. Plant Physiology. 105: 191-197.
- Gerdes, L., H., Barbosa de Mattos, J. C. Werner, M. T. Colozza, E. A. Cunha, M. S. Bueno, R. A. Possenti y E. A. Schammass. 2005. Composição química e digestibilidade da massa de forragem em pastagem irrigada de capim-aruana exclusivo ou sobre-semeado com mistura de aveia preta e azevém. Revista Brasileira de Zootecnia. 34(4): 1098- 1108
- Gillet, M., 1984. Las gramíneas forrajes: descripción, funcionamiento, aplicaciones al cultivo de la hierba. Editorial Gauthiert-Villars, Bodas. 299-341 pp.
- Goodenough, D.C., C. I. MacDonald and A. R. J. Morrison. 1984. Growth patterns of Italian Ryegrass cultivars established in different seasons. Journal of the Grassland Society of Southern Africa. 3: 21-24.
- Goswami, A. K. and J. S. Willcox. 1969. Effect of applying increasing levels of Nitrogen to ryegrass. 1. Composition of various nitrogenous fractions and free amino acids. Journal of the Science of Food and Agriculture. 20: 592-595.
- Graham-Thiers, P. M., and L. K. Bowen. 2011b. The effect of conditioning on nitrogen balance in exercising horses. J. Equine Vet. Sci. 31: 272-273.
- Graham-Thiers, P. M., and L. K. Bowen. 2011c. Using urinary urea-N as an assessment of protein requirements and protein quality in exercising horses. J. Equine Vet. Sci. 31:273-274.
- Greenfield, T. L., R. L. V. Baldwin, R. A. Erdman, and K. R. McLeod. 2001. Ruminant fermentation and intestinal flow of nutrients by lactating Cows consuming brown midrib corn silages. J. Dairy Sci. 84: 2469-2477.

- Greenquist, M. A., A. K. Schwarz, T. J. Klopfenstein, W. H. Schacht, G. E. Erickson, K. J. Vander Pol, M. K. Luebbe, K. R. Brink, and L. B. Baleseng. 2011. Effects of Nitrogen fertilization and dried distillers grains supplementation: Nitrogen use efficiency. *J. Anim. Sci.* 89: 1146-1152.
- Greenquist, M. A., A. K. Schwarz, T. J. Klopfenstein, W. H. Schacht, G. E. Erickson, K. J. Vander Pol, M. K. Luebbe, K. R. Brink, and L. B. Baleseng. 2014. Effects of Nitrogen fertilization and dried distillers grains supplementation: Nitrogen use efficiency. *J. Anim. Sci.* 89: 1146-1152.
- Guerra, J. L. 1997. La Estimación del consumo voluntario, digestibilidad y comportamiento de vaquillas en pastoreo de Ballico Anual (*Lolium multiflorum* Lam.) y Ballico Anual-Trébol berseem (*Trifolium alexandrinum* L.). Tesis para optar al grado académico de Maestro en Ciencias en Sistema de Producción Animal de la Universidad Autónoma Baja California, Instituto de Ciencias Agrícolas. Mexicali B.C.
- Hafley, J. L. 1996. Comparison of Marshall and Surrey ryegrass for continuous and rotational grazing. *J. Anim. Sci.* 74: 2269-2275.
- Hales, K. E., A. P. Foote, T. M. Brown-Brandl, and H. C. Freetly. 2017. The effects of feeding increasing concentrations of corn oil on energy metabolism and nutrient balance in finishing beef steers. *J. Anim. Sci.* 95: 939-948.
- Hannaway, D., S. Fransen, J. Cropper, M. Teel, M. Chaney, T. Griggs, R. Halse, J. Hart, P. Cheeke, D. Hansen, R. Klinger and W. Lane. 1999. Annual Ryegrass. Publication Oregon State University. U.S.A. PNW. p 503.
- Heath, E. M., R. F. Barnes and F. Metcalfe. 1985. Forages: The science of grassland agriculture. 4th Edition. Iowa State University Press. Ames, Iowa, U.S.A. PNW. p 501.
- Henning, P. H.; D. G. Steyn and H. Meissner. 1993. Effect of synchronization of energy and Nitrogen supply on ruminal characteristics and microbial growth. *J. Anim. Sci.* 71: 2516-2528.
- Hernández, R. P. and J. Cuellar. 2007. Zacate Bermuda Tifton 68: Nueva opción para el establecimiento de praderas bajo riego en el norte de Coahuila. INIFAP-CIRNE. Sitio Experimental Zaragoza. Folleto Técnico Núm. 15. Zaragoza, Coahuila, México. 19 p.
- Hill G. M., R. N. Gates and G. W. Burton. 1993. Forage quality and grazing Steer performance from tifton 85 and tifton 78 Bermuda grass pasture. *J. Anim. Sci.* 71: 3219-3225.
- Hill, F. N. and D. L. Anderson. 1958. Comparison of metabolizable energy and productive energy determination with growing chicks. *J. Nutr.* 64: 587-603.
- Hogan, J. P. and A. Phillipson. 1960. The rate of flow and their removal along the digestive tract of the sheep. *J. Nutrition.* 14: 147-156.

- Holloway, J.W. and W. T. buttus. 1983. Phenotype nutritional environment interections in forage inteke and efficiency of angus cows grazing Fescue-legume or Fescue pastures. J. Anim. Sci. 56: 960-978.
- Hopkins, W.G. 2000. Measures of reliability in sports medicine and science. Sports Med. 30: 1-15.
- Hopson, B. 1996. Strategic use of Nitrogen fertiliser on perennial Ryegrass/clover based pastures. B. Agr. Sci Hons Thesis, University of Tasmania.
- Hunt, V. 1973. Studies of response to fertilizer Nitrogen. J. Br. Grassld. Soc. 28: 171 - 180.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).1993. Cuaderno estadístico del municipio de Mexicali, Baja California. 121 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2010. Anuario de estadística del Estado de Baja California.
- Jarvis, S. C. 1994. The pollution potential and flows of Nitrogen to waters and atmosphere from Grassland under grazing. In: I. Ap Dewi, R. F. E. Axford, M. Fayez, M. Marai, H.M. Omed (Editors.). Pollution in Livestock Production Systems. CAB International, Wallingford (UK), pp. 227-239.
- Jarvis, S. C., R. J. Wilkins and B. F. Pain 1996. Opportunities for reducing the environmental impact of dairy farming managements: A systems approach. Grass Forage Sci. 51: 21-31
- Jenkinson, D. S. 2001. The impact of humans on the Nitrogen cycle, with focus on temperate arable agriculture. Plant Soil. 228: 3-15.
- Johnson C., B. P. Mislevy, M. Kerleyand M. Haill. 2001. Effets of Nitrogen fertilization and harvest date on yield, digestibility, fiber, and protein fractions of tropical grasses. J. Anim. Sci.79: 2439-2448.
- Johnson, K. A. and D. E. Johnson 1995. Methane emissions from Cattle. J. Anim Sci. 73:2483-2492.
- Johnson, A.C.B., K. F Reed, E. Kebreab. 2016. Short Communication: Evaluation of Nitrogen excretion equations from Cattle. J. Dairy Sci. 99: 7669-7678.
- Johson, J. and M. Bowman. 1998. Annual Ryegrass for stored feed and pasture. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. <http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/crops/facts/98-039.htm>. Visitada 30/02/17.
- Juárez A. J., M. A. Cerrillo, E. Gutierrez, E. Margarita, J. C. Negrete and H. B. Barragán. 2009.Estimación del valor nutricional de pastos tropicales a partir de análisis convencionales y de la producción de gas *in vitro*. Técnica Pecuaria en México4. 7(1): 55-68.

- Kamra, D. N., A. K. Patra, P. N. Chatterjee, R. Kumar, N. Agarwal and L. C. Chaudhary. 2008. Effect of plant extracts on methanogenesis and microbial profile of the rumen of buffalo: a brief overview. *Aust J Exp Agric.* 48: 175-178.
- Kaneko, M, S. Uozumi, E. Touno and S. Deguchi. 2011. No-till, no-herbicide forage Soybean (*Glycine max* L. Merrill) cropping system with an Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) living mulch. *Grassland Science.* 57: 28-34.
- Kim, Y. D., J. Park, S. Changeand K.Y. Park. 1992. Growth characteristic, dry matter accumulation and nutritive value of Italian Ryegrass in a paddy field. *Research Report of the rural Development Administration, Livestock.* 34 (2): 39- 44.
- Kljak, K., F. Pino, and A. J. Heinrichs. 2017. Effect of forage to concentrate ratio with Sorghum silage as a source of forage on rumen fermentation, N balance, and purine derivative excretion in limit-fed dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 100: 213-223.
- Koenig, K. M., and K. A. Beauchemin. 2013b. Nitrogen metabolism and route of excretion in beef feedlot cattle fed barley-based finishing diets varying in protein concentration and rumen degradability. *J. Anim. Sci.* 91: 2310-2320.
- Koenig, K. M., S. M. McGinn, and K. A. Beauchemin. 2015. Ammonia emissions and performance of backgrounding and finishing beef feedlot cattle fed barley-based diets varying in dietary crude protein concentration and rumen degradability. *J. Anim. Sci.* 91:2278-2294.
- Koh, C. S. 1990. Producción de forraje y semilla de Ballico Anual (*Lolium multiflorum* Lam.) var. Westerwoldicum. Tesis profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 65 p.
- Kowsar, R., G. R. Ghorbani, M. Alikhani, M. Khorvash, and A. Nikkhah. 2008. Corn silage partially replacing rhort Alfalfa hay to optimize forage Use in total mixed rations for lactating Cows. *Journal Dairy Science.* 91(12): 4755-4764.
- Kreikemeier, K. K., D. L. Harmon, R. T. Brandt, T. G. Nagaraja and R. C. Cochran. 1990. Steam-rolled wheat diets for finishing cattle: effects of dietary roughage and feed intake on finishing steer performance and ruminal metabolism. *J. Anim. Sci.* 68: 2130 -2141.
- Krysl, L. J., M. E. Branine, A. U. Cheema, M. A. Funk, and M. L. Galyean. 1989. Influence of Soybean meal and Sorghum grain supplementation on intake, digesta kinetics, ruminal fermentation, site and extent of digestion and microbial protein synthesis in Beef Steers grazing blue Grama rangeland. *J. Anim. Sci.* 67: 3040-3051.
- Krzywiecki, S. 1987. Investigation on the value of field-grown grasses. *Biuletyn Instytutu Hodowlii Aklimatyzacji Roslin.* 162: 65-71.
- Kunelius, H.T. 1980. Effects of Nitrogen rates and harvest schedules on yield and quality of Westernworlds Ryegrass grown as a summer annual. *Can. J. Plant Sci.* 60: 519-524.

- Kusvuran, A., M. Kaplan and R. I. Nazli. 2014. Effects of mixture ratio and row spacing in Hungarian Vetch (*Vicia Pannonica* Crantz.) and Annual Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) intercropping system on yield and quality under semiarid climate conditions. Turkish Journal of Field Crops. 19(1): 118-128.
- Langer, R. H. M. 1981. Las pasturas y sus plantas. Editorial hemisferio sur. Uruguay.
- Lardy, G. P., D. N. Ulmer, V. L. Anderson, and J. S. Caton. 2004. Effects of increasing level of supplemental barley on forage intake, digestibility, and ruminal fermentation in Steers fed medium-quality grass hay. J. Anim. Sci. 82: 3662-3668.
- Larratea, F. and J. P. Soutto. 2013. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la productividad invierno primaveral de un campo natural del litoral. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Uruguay.
- Lehman, W.F. 1971. Longitud del día a través del año. El Centro California, U.S.A. IVAC. U.C.-DAVIS.
- León J.M., J. E. Mojica, E. Castro, E. A. Cárdenas, M. L. Pabón, J. E. Carulla. 2008. Balance de nitrógeno y fósforo de Vacas lecheras en pastoreo con diferentes ofertas de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) suplementadas con ensilaje de avena (*Avena sativa*). Rev Colom Cienc Pecu. 21: 559-570.
- Lippke, H. 1999. Nitrogen and Phosphorous application increase yields a profits from irrigated Ryegrass in Southwest Texas. Better Crops. 85(4): 6-8.
- Liu, X., Z. Wang, and F. Lee. 2005. Influence of concentrate level on dry matter intake, N balance, nutrient digestibility, ruminal outflow rate, and nutrient degradability in sheep. In Small Rumin. 58: 55-62.
- Liverman, J. L. 1960. Control of growth and reproductive processes by red and far-red Light. Radiation Research, Supplement. 2: 133-156.
- Lizarraga, G.P. Marquez, R. Garza and A. Aguayo. 1976. Efectos de la densidad de siembra y niveles de Nitrogeno sobre el rendimiento y calidad del forraje de Ballico Italiano (*Lolium multiflorum* Lam.) Técnica Pecuaria. No. 31.
- Lizzet, K. 2013. Crecimiento y Productividad estacional de *Festuca arundinacea* Schreber, *Festulolium* sp. y *Lolium multiflorum* Lam. en una Región Semiárida. Tesis profesional presentada como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Agronomía y Veterinaria.
- Long F. N. and H. I. Gracey. 1990. Herbage production and nitrogen recovery from slurry injection and fertilizer nitrogen application. Grass and Forage Science. 45: 77-82.

- Long F. N., S. J. Kennedy and H. I. Gracey. 1991. Effect of fertilizer nitrogen rate and timing on herbage production and Nitrogen use efficiency for first-cut silage. *Grass and Forage Science* 46: 231-237.
- Loos, B. P. 1993. Morphological variation in *Lolium (Poaceae)* as a measure of species relationships. *Plant Systematics and Evolution*. 188: 87-99.
- López, L. L. and P. E. Peñaloza 1990. Producción de forraje y semilla de Ballico Anual (*Lolium multiflorum* Lam.) en Etlá, Oaxaca. Tesis profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 73 p.
- López-Soto, M. A., E. Arellano-González, A. Barreras-Serrano, V. M. González-Vizcarra, D. May-García, A. Plascencia- Jorquera and R. A. Zinn. 2006. Influencia de una enzima fibrolítica y el proceso de maceración en un forraje de baja calidad sobre la digestión y función ruminal en Vacas Holstein secas. *Vet. Mex.* 37: 275-289.
- Lorenz, R. J. and G. A. Rogler. 1973. Growth rate of mixed prairie in response to nitrogen and phosphorus fertilization. *Journal of Range Management*. 26 (5): 365-368.
- Lotero, J. C. and A. Monsalve. 1970. Efecto de fuentes y dosis de aplicación de nitrógeno en las propiedades químicas del suelo. *Revista ICA. Colombia*. 5(3): 192-220.
- Lowe, K. F., T. M. Bowdler, N. D. and J. M. Casey. 1999a. Performance of temperate perennial pastures in the Australian subtropics 1. Yield, persistence, and pasture quality. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 39: 663-676.
- Malesky, S. M., L. Chen, C. A. Löest and J. L. Turner. 2011. Plasma amino acid response in mature geldings fed three concentrations of lysine. *J. Equine Vet. Sci.* 31: 255-256.
- Malhi, S. S., A. Foster and K.S. Gill. 2003. Harvest time and Nitrogen fertilization effects on forage yield and quality of Guackgrass (*Elytrigia repens* L.) in Northeastern Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science*. 83: 779-784.
- Manríquez, J. A. 1994. La digestibilidad como criterio de evaluación de alimentos <http://www.fao.-org/docrep/field/003/AB482S/AB482S08.htm>. Acceso: visitado 26-02-17.
- Marino, M.A., A. Mazzanti, H. E. Echeverría and F. Andrade. 1996. Fertilización nitrogenada de cultivos forrajeros invernales. 1. Acumulación de forraje. 20º Congreso Argentino de Producción Animal, Termas de Río Hondo, Santiago del Estero, Junio de 1996. *Revista Argentina de Producción Animal*. 16 (1): 248-249.
- Mario, A., M. Delgadillo, E. G. Álvarez, J. M. Pinos-Rodríguez, J. F. Ponce-Medina, A. Plascencia-Jorquera, L. F. Escoboza-García, J. Rodríguez-García. 2011. Digestion of Wheat hay as compared to Alfalfa and Ryegrass in Steers. *En Agrociencia*. 45: 13-21.

- Martínez, O. P. 2008. Evaluación de componentes productivos de 141 genotipos de Ballico Anual (*Lolium multiflorum* Lam.). Tesis profesional para obtener el Título de: Ingeniero Agrónomo especialista en zootecnia en chapingo, México.
- Martínez, P. R. and A. García. 1976. Alimentación del ganado Holstein en praderas cultivadas con Ballico anual en la Comarca Lagunera. Praderas Cultivadas 1975-1976. CIANE-INIA-SAG. Comarca Lagunera, México. Pp. 39-47.
- Marzocca, A. 1976. Manual de malezas. 3a ed. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires.
- Massé, D. I., G. Talbot, and Y. Gilbert. 2011. On farm biogas production: A method to reduce GHG emissions and develop more sustainable livestock operations. Anim. Feed Sci. Technol. 166-167: 436-445.
- Mastrapa, L. C. M. Medros, J. L. Rodríguez, D. Mazón and M. Rodríguez. 1996. Evaluación de la fibra dietética y del nitrógeno asociado a esta fracción en alimentos para cerdos. Revista Computadorizada de Producción Porcina. 3(3): 66-74.
- Matsui, A., Y. Inoue, and Y. Asai. 2005. Apparent digestibilities of diets based on Timothy and Italian Ryegrass hay harvested in different regions in Japan fed to exercising Thoroughbreds. J. Anim. Sci. 76: 359-365.
- Maynard, L., A. Loosli, J. K. Hintz, H. F. and R.G. Warner. 1989. Nutrición animal. Séptima edición. McGraw Hill. México D.F, México. pp. 640.
- Mazzanti, A., M. H. Wade and S. C. García. 1997. Efecto de la fertilización nitrogenada en invierno sobre el crecimiento y la composición química del forraje de Raigrás Anual. Revista Argentina de Producción Animal. 17: 25-32.
- McDowell. L., J. Conrad and L. Harris. 1974. Tablas de Composición de alimentos de América Latina. Universidad de Florida. Gainesville, Florida.
- McGowan, A. A., 1987. Review of experiments with Nitrogen fertiliser in Victoria. Department of Agriculture & Rural Affairs. Research Report Series No. 54. ISSN 0816-7990. ISBN 0 7306 113 7. Agdex 130-544.
- McKenzie F. and J. Jacobs. 1997. Strategic use of nitrogen on grazed pastures. Proceedings of the Large Herds Australia Conference, Warrnambool. pp. 98-111.
- Mclaren, R. G. and A. K. Metherell. 2004. The availability of native and applied soil cobalt to Ryegrass in relation to soil cobalt and manganese status and other soil properties. New Zealand Journal of Agricultural Research. 47: 33-43.
- McLlory, R. J. 1973. Introducción al cultivo de los pastos trpicales. Ed. LIMUSA, Mexico.
- McWilliam J. R. 1978. Response of pasture plants to temperature. In: Wilson JR (eds) Plant relations in pastures. CSIRO publishing, Australia.

- Meeske, R, A. Rothauge, G. D. Van der Merwe and J. F. Greyling. 2006. The effect of concentrate supplementation on the productivity of grazing Jersey cows on a pasture based system. *J. Anim. Sci.* 36 (2): 105-110.
- Meissner, H. H., M. Smuts, V. Niekerk and W. A. Acheampong-Boateng. 1993. Rumen ammonia concentrations, and non-ammonia Nitrogen passage to and apparent absorption from the small intestine of sheep ingesting subtropical, temperate, and tannin-containing forages. *J. Anim. Sci.* 23: 92 - 97.
- Mejia-Delgadillo, M. A., G. Álvarez, J. M., Pinos-Rodríguez, J. F. Ponce-Medina, A. L. Plascencia-Jorquera F. Escoboza-García J. Rodríguez-García. 2011. Digestion of Wheat Hay as Compared to Alfalfa and Ryegrass in Steers. *Agrociencia*, 45: 13-21.
- Mertens, D. R. and L. O. Ely. 1997. A Dynamic modelo fiber digestion and passage in the rumen for evaluating forage quality. *J. Anim. Sci.* 49: 1085.
- Min, B. R., T. N. Barry, G.T. Attwood, W. C. McNabb. 2003. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review”, *Anim. Feed Sci. Technol.* 106: 3-19.
- Minson, D. J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press Inc., San Diego, CA.
- Molina, I. C., J. M. Cantet, M. Sebastián, G. A. Correa and R. Rosales. 2013. Producción de metano *in vitro* de dos gramíneas tropicales solas y mezcladas con *Leucaena leucocephala* o *Gliricidia sepium*. *Rev CES Med Zotec.* 8 (2): 15-31.
- Monteils, V., S. Jurjanz, G. Blanchart and F. Laurent. 2002. Nitrogen utilisation by dairy Cows fed diets differing in crude protein level with a deficit in ruminal fermentable Nitrogen. *Reprod Nutr Dev.* 42(6): 545-557.
- Moreno, R. E. 2006. Influencia de la Suplementación energética y proteica sobre la regulación del consumo voluntario y el Balance de Nitrógeno en Becerras Holstein alimentados con heno de Bermuda Gigante (*Cynodon dactylon* L.). Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Sistemas de Producción Animal. Universidad Autónoma de Baja California. Instituto de Ciencias Agrícolas.
- Morrison, L. 1980. The influence of climate and soil on the yield of grass and its response to fertilizer Nitrogen. In W.H. Prins & G. H. Arnold (eds). The role of nitrogen in intensive grassland production. Pudoc, Wageningen, The Nethedands, pp. 51 - 57.
- Mott, G. O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: International Grassland Congress (8th, 1960, Reading, England). Proceedings. Reading. Pp. 606-611.
- Mulligan, F., P. Dillon, J. Callan, M. Rath and F. O'Mara. 2004. Supplementary concentrate type affects nitrogen excretion of grazing dairy Cows. *Journal of Dairy Science.* 87: 451-3460.

- Mundy G.N. and J. M. Wilson. 1995a. Rotation length and pasture response to applied Nitrogen. Institute of Sustainable Agriculture Report, Kyabram. 92: 1993- 1995.
- Murneek, A. E. and R. O. Whyte. 1948. Vernalization and photoperiodism a symposium. Chronica Botanica Company.U.S.A. 195 p.
- Murray, R. M., A. M. Bryant and R. A. Leng. 1996. Rates of production of methane in the rumen and large intestine of sheep. Br J Nutr. 36 (1): 1-14.
- Muslera, P. E. and C. G. Ratera. 1991. Praderas y Forrajes. Producción y aprovechamiento. Ed. Mundi-prensa. Madrid, España. 702 p.
- Mutsvangwa, T., K. L. Davies, J. J. McKinnon, and D. A. Christensen. 2016. Effects of dietary crude protein and rumen-degradable protein concentrations on urea recycling, Nitrogen balance, omasal nutrient flow, and milk production in dairy Cows. J. Dairy Sci. 99: 6298-6310.
- Muurinen, S., Kleemola, J. and P. Peltonen-Sainio. 200. Accumulation and translocation of nitrogen in spring cereal cultivars differing in Nitrogen use efficiency. Agron. J. 99:441-449.
- Nelson, J. and J. Volenec. 1995. Environmental and physiological aspects of forage management. In: Forages.1. An Introduction to Grassland Agriculture. 5a Ed. Iowa State University Press.
- Nennich, T. D., J. H. Harrison, L. M. VanWieringen, N. R. St-Pierre and R. L. Kincaid. 2006. Prediction and evaluation of urine and urinary Nitrogen and mineral excretion from dairy Cattle. J. Dairy Sci. 89(1): 353-364.
- Nocek, J. L. and J. B. Russell. 1988. Protein and energy as an integrated system relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. J. Dairy. Sci. 71: 2070-2107.
- Noguera, R. R. and S. L. Posada. 2007. Modelación de la cinética de degradación de alimentos para rumiantes. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 20: 174-182.
- NRC (National Research Council). 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th ed. Nat.Acad. Press, Washington, DC.
- NRC (National Research Council) National Academies Press. 2006. Fluoride in Drinking Water: A Scientific Review of EPA's Standards, Washington, DC.
- NRC (National Research Council). 2007. Mitigating shore erosion along sheltered coasts. National Research Council, National Academies Press, Washington, DC.
- Núñez, H. G., J. C. Espinoza, H. G. Salinas, J. M. Gutiérrez, G. Medina and R. Dovel. 2000. Guía de manejo de praderas de gramíneas de clima templado en México. Oregon Seed Council. INIFAP.

- Oba, M., and M. S. Allen. 1999. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 82: 589-596.
- Oelberg, k. 1956. Factors affecting the nutritive value of range forage. *J. Rang. Manege.* 9: 220-225.
- Ohshima, M., T. Nagatomo, H. Kubota, H. Tano, T. Okajima, and R. Kayama. 1988. Comparison of nutritive values between hays and silages prepared from Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) and its pres cake using goats. *J. Japan Grassl Sci.* 33: 396-401.
- Oliveira C. A., J. F. Azevedo, J. A. Martins, M. P. Barreto, V. P. Silva, V. Julliand, and F. Q. Almeida. 2015. The impact of dietary protein levels on nutrient digestibility and water and Nitrogen balances in eventing horses. *J. Anim. Sci.* 93: 229-237.
- Orcasberro, R. and S. Fernández. 1982. Los forrajes en la alimentación de los ovinos. Depto. de zootecnia» Universidad Autónoma de Chapingo. México, p. 96.
- Ortega, F. and O. Romero. 1992. Ficha Forrajera para la IX Región de la Araucanía. Investigación y Progreso Agropecuario Carillancia, Chile. 11 (4): 39-40.
- Owens, D., M. McGee, T. Boland, and P. O'Kiely. 2009. Rumen fermentation, microbial protein synthesis, and nutrient Flow to the omasum in Cattle offered Corn silage, grass silage, or whole-crop Wheat. *J. Anim. Sci.* 87: 658-668.
- Özelçam, H., F. Kırkpınar, and K. Tan. 2015. Chemical Composition, *In vivo* digestibility and metabolizable energy values of Caramba (*Lolium multiflorum* cv. caramba) Fresh, Silage and hay. *J. Anim. Sci.* 28: 1427-1432.
- Peixoto, E. L., I. Y. Mizubuti, E. L. Azambuja, E. Santos, E. Sales, O. Pricila Pires, L. Nóbrega, and K. Amariz. 2017. Residual frying oil in the diets of sheep: intake, digestibility, Nitrogen balance and ruminal parameters. *Asian-Australas J Anim Sci.* 30 (1): 51-56.
- Pelletier, S., G. F. Tremblay, G. Belanger, M. H. Chantigny, P. Sequin, R. Drapeau, and G. Allard. 2008. Nutritive value of timothy fertilized with chloride or chloride-containing liquid swine manure. *J. Dairy Sci.* 91: 713-721.
- Pérez, J., R. Meza, E. Almora and A. Serrano. 1991. Producción de leche en praderas asociadas de invierno en el valle de Mexicali. *Rev. Ciencias agropecuarias.* 3(1): 35-47.
- Peters, M., R. Van der Hoek, R. Schultze-Kraft, L. H. Franco, A. Schmidt, I. M. Rao. 2010. Los pastos y forrajes en el trópico: Retos en el marco de un desarrollo sostenible: III Congreso de Producción Animal Tropical (15-19, 2010, Habana, Cuba). Memorias. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, 10 p.

- Pfeffer, E., J. Schuba and K. H. Südekum. 2016. Nitrogen supply in Cattle coupled with appropriate supply of utilisable Crude Protein at the duodenum, a precursor to metabolisable protein. *Arch. Anim. Nutr.* 70: 293-306.
- Phillips, R. A., J. R. D. Silk, J. P. C. Roxall, V. Afanasyev, and V. J. Bennett. 2005. Summer distribution and migration of nonbreeding albatrosses: Individual Consistencies and Implications for Conservation. *Ecology*. 86(9): 2386-2396.
- Pinos-Rodríguez, J. M., S. S. González, G. D. Mendoza, R. Bárcena, M. A. Cobos, A. Hernández, and M. E. Ortega. 2002. Effect of exogenous fibrolytic enzyme on ruminal fermentation and digestibility of alfalfa and Rye-grass hay fed to lambs. *J. Anim. Sci.* 80: 3016-3020.
- Pirela, F.M. 2005. Valor nutritivo de los pastos Tropicales. Manual de ganadería de doble propósito. Instituto Nacional I de Investigaciones Agrícolas. GIRARZ, Grupo de Investigadores de la Reproducción animal en la Región Zuliana. Pp. 176-182.
- Poulton, B. R., G. J. McDonald, G. W. Vander Noot. 1957. The effect of Nitrogen fertilization on the nutritive value of Orchardgrass hay. *J. Anim. Sci.* 16: 462-466.
- Powers, W. J., and H. H. Van Horn. 2001. Nutritional implications for manure nutrient management planning. *Applied Engineering in Agriculture*. 17: 27-39.
- Produce. Fundación Produce Baja California. 2013. Agenda de Innovación Tecnológica 2012-2013. Fundación Produce Baja California. pp. 20-30.
- Rademacher, I. F. and C. J. Nelson. 2001. Nitrogen effects on leaf anatomy within the intercalary meristems of Tall Fescue leaf blades. *Annals of Botany*. 88: 893-903.
- Rahimizadeh, M., A. Kashani, A. Zare-Feizabadi, A. Koocheki, and M. Nassiri-Mahallati. 2010. Nitrogen use efficiency of Wheat as affected by preceding crop, application rate of Nitrogen and crop residues. *Aus. J. Crop Sci.* 4: 363-368.
- Rivas-Jacobo, M. A., C. López-Castañeda, A. Hernández-Garay and J. Pérez-Pérez. 2005. Effect of three harvest systems on the productive performance of five commercial alfalfa (*Medicago sativa* L.) varieties. *Téc Pecu Méx.* 43(1): 79-92.
- Ramírez, R. 2003. Nutrición de rumiantes. Sistemas extensivos.
- Rawnsley, R. P., D. J. Donaghy, W. J. Fulkerson and P. A. Lane. 2001. Changes in Physiology and Feed Quality of Cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) During Regrowth. *Grass and Forage Science* 57: 203-211.
- Raya-Pérez, C.J. and L. C. Aguirre-Mancilla. 2008. Aparición y evolución de la fotosíntesis C4. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del ambiente*. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Mexico. 14: 45-50.

- Raymond, W. F. and C. R. W. Spedding. 1965. Nitrogenous fertilizers and the feed value of grass. Proc. 1st General Meeting. European Grassland Federation. Washington. 151-160.
- Raymond, W. F. 1969. The nutritive value of forage crops. *Advan. Agron.* 21: 1-108.
- Reed, K. F., L. E., Moraes, D. P. Casper, and E. Kebreab. 2015. Predicting Nitrogen excretion from Cattle. *J. Dairy Sci.* 98: 3025-3035.
- Reeves, M., W. J. Fulkerson and R. C. Kellaway. 1996b. Forage quality of Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*): The effect of time of defoliation and Nitrogen fertiliser application and in comparison, with Perennial Ryegrass (*Lolium perenne*). *Australian Journal of Agricultural Research.* 47: 1349-59.
- Reeves, M., W.J. Fulkerson and R.C. Kellaway. 1996. Forage quality of Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*): the effect of time of defoliation and nitrogen fertiliser application and in comparison with perennial ryegrass (*Lolium perenne*). *Australian Journal of Agricultural Research.* 47:1349-1359.
- Reid, D., and N. H. Strachan. 1974. The effects of a wide range of Nitrogen rates on some chemical constituents of the herbage from Perennial Ryegrass swards with and without white clover. *Journal of Agricultural Science, Cambridge.* 83: 393-401.
- Reid, R. L., G. A. Jung and S. J. Murray. 1966. Nitrogen fertilization in relation to the palatability and nutritive value of Orchardgrass. *Journal of Animal Science.* 25: 636-645.
- Reid, D. 1966. The response of herbage yields and quality to a wide range of nitrogen application rates. *Proc. Loth Int. Grassld. Congress,* 209-213 p.
- Robarge, W. P., J. T. Walker, R.B. McCulloch, and G. Murray. 2002. Atmospheric concentrations of ammonia and ammonium at an agricultural site in the southeast United States. *Atmospheric Environment.* 36: 1661-1674.
- Rocha, G. P., E. V. Angelist and L. A. Lima. 2000. Nitrógeno y producción de materia seca. Teoría del rendimiento de Proteína bruta de gramíneas Tropicales. *Pasturas tropicales.* 22(1): 4-8.
- Rodríguez, P. R. 1998. Fertilización nitrogenada de un pastizal de la Pampa deprimida; crecimiento y utilización del forraje bajo el pastoreo de vacunos. Tesis Magister Scientiae. Balcarce, Argentina. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. 135 p.
- Rogers, G. 1985. Nitrogen fertiliser, legumes and milk production. Seminar on "Nitrogen and high rainfall pastures", Dairy Research Institute, Ellinbank.
- Romero, O. 1989. Ballicas de alta producción, una alternativa para periodos críticos. *IPA Carillanca (INIA).* Temuco, Chile. 8 (1): 34-36.

- Rubio, M. and R. Martínez. 1976. Efecto del número de cortes, densidad de siembra y fertilización de semilla de zacate Ballico Anual (*Lolium multiflorum* L.) en la Comarca Lagunera. Praderas cultivadas de invierno. CIANE-INIASAG. Comarca Lagunera, México. Pp. 93-106.
- Ruiz, J., C. Ariel, G. Medina, A. D. Báez, J. D. Manríquez, H. Astengo and J. Uresti. 2009. Evaluación de la vulnerabilidad y propuesta de medidas de adaptación a nivel Regional de algunos cultivos básicos y Frutales ante escenarios de cambio climático. Informe Final. Guadalajara, Jalisco.
- Ryle, G. J. 1964. Comparison of leaf and tiller growth in seven Perennial grasses as influenced by nitrogen and temperature. *Journal of the British Grassland Society* 19: 281-290.
- Rzedowski, G. de y J. Rzedowski, 2001. Flora fanerogámica del valle de México. 2a ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México.
- Salisbury, M., C. Krehbiel, T. Ross, C. Schultz and L. Melton. 2004. Effects of supplemental protein type on intake, nitrogen balance, and site, and extent of digestion in whiteface wethers consuming low-quality Grass hay. *J. Anim. Sci.* 82: 3567- 3576.
- Sánchez, B. C., R. A. Talamantes, L. A. Bravo, A. R. Claverán and J. S. Hernández. 1981. Un sistema de producción de leche bajo pastoreo en Zacatecas (Primera evaluación). Publicación especial Núm 79. INIA, SAHR.
- SAS Institute Inc. 2002. SAS/STAT User's Guide: Version 9.0. SAS Institute Inc., Cary, North Caroline.
- Savon, L., I. Scull and M. Orta. 2002. Valor potencial de Fuentes fibrosas tropicales para especies monogástricas. V encuentro regional de especies monogástricas. Habana. 9: 94-98.
- Schils R. L. 1997. Effect of a spring application of nitrogen on the performance of Perennial Ryegrass-white clover swards at two sites in the Netherlands. *Netherlands Journal of Agricultural Science.* 45: 263-275.
- Schneider, B. H. and W. P. Flatt. 1975. The evaluation of feeds through digestibility experiments. The University of Georgia Press, Athens.
- Secretaría de Agricultura and Recursos Hidráulicos (SARH). 1991. Informe de actividades. Departamento de Informática. Chihuahua. México.
- Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación; Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2008. Zacate Ryegrass o Ballico Anual. <https://tecnoagro.com.mx> › Revista › En línea › 2011 › No. 67. Fecha de Consulta: 03-06-15.

- Silva, A., D. Marina and J. Carlos. 2006. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la actividad microbial y rendimiento de Avena forrajera en un suelo andisol del departamento de Nariño, Colombia.
- Silva, M. and U. Lozano. 1982. Descripción de las principales especies forrajeras entre la zona mediterránea Árida y la Zona de las lluvias. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y forestales. Depto. de Producción Animal. Publicación docente N°9. Boletín Técnico N° 54 (Qui) 106 p.
- Sinclair, K., W. J. Fulkerson and S. G. Morris. 2006. Influence of regrowth time on the forage quality of prairie grass, Perennial Ryegrass and tall fescue under non-limiting soil nutrients and moisture conditions. *Australian Journal of Experimental Agriculture* .46: 45-51.
- Spek J. W., J. Dijkstra, G. Duinkerken, W. H. Hendriks and A. Bannink. 2013. Prediction of urinary nitrogen and urinary urea Nitrogen excretion by lactating dairy Cattle in northwestern Europe and North America: a meta-analysis. *J. Dairy Sci.* 96(7): 4310-4322.
- Spiehs, M. J. and V. H. Varel. 2014. Nutrient excretion and odorant production in manure from Cattle fed corn wet distillers grains with solubles. *J. Anim. Sci.* 87: 2977-2984.
- Stritzke, J. F. and W. E. McMurphy. 1982. Shade and N effects on Tall Fescue production and quality. *Argron. J.* 74: 5-8.
- Swanton, C., J. Zhong, A. Shrestha, M. Tollenaar, W. Deen and H. Rahimian. 2000. Effects of temperature and photoperiod on the phenological development of barnyard Grass. *Agrom. J.* 92: 1125-1134.
- Tamminga, S. 1992. Nutrition management of dairy Cows as a contribution to pollution control. *J. Dairy Sci.* 75: 345-357.
- Taylor, C. C., and M. S. Allen. 2005. Corn grain endosperm type and brown midrib 3 corn silage: feeding behavior and milk yield of lactating Cows. *J. Dairy Sci.* 88: 1425-1433.
- Templeton, W. C., G. O. Mott, and R. J. Bula. 1961. Some effects of temperature and Light on growth and flowering of Tall Fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) Vegetative development. *Crop Sci.* 1(3): 216-219.
- Teuber, N., L. Rosso and C. Winkler. 1988. Niveles y frecuencias de aplicación de Nitrogeno en Ballica Anual Cabalan. *Agricultura Técnica.* 48: 370-374.
- Theodoridou, K., J. Aufrère, D. Andueza, J. Pourrat, A. L. Morvan, E. Stringano, I. Mueller-Harvey and R. Baumont. 2010. Effects of condensed tannins in fresh Sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) on *in vivo* and *in situ* digestion in sheep”, *Anim. Feed Sci. Technol.* 160: 23-38.

- Theron, J. F., H. A. Snyman. 2004. The influence of Nitrogen and defoliation on digestibility and fibre content of Ryegrass (*Lolium multiflorum* cv. Midmar.) African Journal of Range and Forage Science. 1: 21-27.
- Theron, J. F.; W. L. J. van Rensburg and H. A. Snyman. 2002. The influence of Nitrogen and defoliation on the Nitrogen content of *Lolium multiflorum* cv. Midmar, African Journal of Range & Forage Science. 19(3): 167-173.
- Thom, E. and R. Prestige. 1996. Use of Italian Ryegrass on Seasonal dairy farms in northern New Zealand. 1. Feed Production and persistence. New Zealand Journal of Agriculture Research. 39: 223-236.
- Thomas, H. and I. Norris. 1980. The influence of light and temperature during winter on growth and death in simulated swards of *Lolium perenne* L. Grass and Forage Science. 36: 107- 116.
- Todd, R. W., N. A. Cole, H. M. Waldrip and R. M. Aiken. 2013. Arrhenius equation for modeling feedyard ammonia emissions using temperature and diet crude protein. J. Environ. Qual. 42: 666-671.
- Touno E., M. Kaneko, S. Uozumi, H. Kawamoto and S. Deguchi. 2014. Evaluation of feeding value of forage Soybean silage as a substitute for Wheat bran in sheep. J. Anim. Sci. 85: 46-52.
- Tremblay, G. F., G. Belanger and R. Drapeau. 2005. Nitrogen fertilizer application and developmental stage affect silage quality of Timothy (*Phleum pratense* L.). Grass Forage Sci. 60: 337-355.
- Turner, L. R., D. J. Donaghy, P. A. Lane and R. P. Rawnsley. 2006c. Changes in the physiology and feed quality of prairie grass during regrowth. Agrom J. 98: 1326-1332.
- Turner, L. R., D. J. Donaghy, P. A. Lane and R. P. Rawnsley. 2006b. Effect of defoliation management, based on leaf stage, on Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.), Prairie grass (*Bromus willdenowii*) and Cocksfoot (*Dactylis glomerata*) under dryland conditions. 2 Nutritive value. Grass and Forage Science. 61: 175-181.
- Twain J. B., P. M. James, and L. P. Tony. 2007. Phosphorus fertilization of Annual Ryegrass and comparison of soil phosphorus extractants. Journal of Plant Nutrition. 30: 9-20.
- Ulyatt, M. J. 1981. The feeding value of temperate pastures. Chapter 7. World Animal Science. Disciplinary approach. 1. F. H. W. Worley. Ed. Grazing Animals.
- USEPA. 2000. National Air Pollution Trends. Washington, DC: US Environmental Protection Agency.
- Valencia, K. N. 2015. Adición de semilla entera de Algodón sobre las Características Digestivas en Becerras Holstein alimentados con una dieta a base de Ballico Anual (*Lolium multiflorum* Lam.) Fresco o Henificado. Tesis para obtener el grado de Maestro

en Ciencias en Sistemas de Producción Animal. Universidad Autónoma de Baja California. Instituto de Ciencias Agrícolas.

- Valkeners, D., A. Thewis, M. Van Laere and Y. Beckers. 2014. Effect of rumen-degradable protein balance deficit on voluntary intake, microbial protein synthesis, and Nitrogen metabolism in growing double-muscléd belgian blue bulls fed corn silage-based diet. *J. Anim. Sci.* 86: 680-690.
- Van Soest, P. J. 1982. *Nutrition Ecology of the Ruminant*. Ed. O & B Books, Inc.
- Van Soest, P. J. 1966. Nonnutritive residuos: A sistema of analisis for the replaement of crude fiber. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 49:119.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.
- Van Soest, P.J. 1965b. Use of delergents in analysis of fíbrous feeds. 111. Study of effects of heating ans drying on yield of fiber and lignin in forages. *J. Asocc. Ofí. Anal, Chem.* 48: 785.
- Varella, A.C., I. J. Carassai, T. C. Baldissera, C. Nabinger, S. B. C. Lustosa, A. Moraes, S. J. Teixeira, A. S. Vargas and B. Radin. 2010. Annual Ryegrass Dry matter yield and Nitrogen responses to fertiliser N applications in Southern Brazil. *Agronomy New Zealand.*40: 33-42.
- Velasco-Zebadúa M. E., A. Hernández-Garay and V. A. González-Hernández. 2005. Rendimiento y calidad del Ballico Perenne (*Lolium perenne* L.) en respuesta a la frecuencia de corte. *Téc. Pecu. Méx.* 43(2): 247-258.
- Velásquez, P. A. 2009. Evaluación Morfoagronómica y Nutricional de cinco Variedades de Ryegrass Bianaual (*Lolium multiflorum* L.) en lugares representativos de las Zonas de Producción de Leche de las Provincias de Carchi, Imbabura y Pichincha. Proyecto Previo para obtener del Título de Ingeniero Agroindustrial. Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustrial. Quito. Pp. 145.
- Viets, F.G. and R. H. Hageman. 1971. Factors affecting the accumulation of nitrates in soil, water and plants. Agricultural Research Service. United State Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 413. Washington, DC.
- Villalados, E., C. Tobia. 2005. Forrajes de Soya. Una alternativa para aprovechar esta leguminosa en el trópico. *In Primer Curso Internacional sobre Avances en la Nutricion de los Rumiantes (Memorias)*. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto. Pp. 241-254.
- Villalobos, L and J. Sánchez 2010. Evaluación Agronómica y Nutricional del pasto Ryegrass Perenne Tetraploide (*Lolium perenne*) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. *Valor nutricional. Agronomía Costarricense.* 34(1): 43-52.

- Villaseñor, R. J. L. and F. J. Espinosa. 1998. Catálogo de Malezas de México. Ediciones Científicas Universitarias. Serie Texto Científico Universitario. Universidad Nacional Autónoma de México, Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario y Fondo de Cultura Económica. México, D.F. México. 449 pp.
- Villatoro, F.A. 1999. Efecto de la asignación de forraje y el tiempo dentro del periodo ocupacion sobre la composicion botanica y el valor nutricional de una ´pradera de Ballico Anual (*Lolium multiflorum* Lam.) y Trebol Alejandrino (*Trifolium alejandrinum*). Tesis para optar titulo de Ingeniero Agronomo Zootecnista. Univresida Autonoma Agriria Antonio Narro. Division de Ciencia Aniamal.
- Villiers, J. F. and J. B. Van Ryssen. 2001. Performance responses of Lambs of various ages to Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) fertilized with various levels of nitrogen. South African Journal of Animal Science. 31(3): 142-148.
- Volenec, J. J. and C. J. Nelson. 1984. Carbohydrate metabolism in leaf meristem of Tall Fescue. Plant Physiology. 74: 595-600.
- Voorburg, J. H., and W. Kroodsma. 1992. Volatile emissions of housing systems for cattle. Livestock Production Science. 31: 57-70.
- Waldrip, H. M., R. W. Todd, and N. A. Cole. 2014. Prediction of nitrogen excretion by beef cattle: A meta-analysis. J. Anim. Sci. 91: 4290-4302.
- Waldrip, H. M., R. W. Todd, and N. A. Cole. 2013. Prediction of Nitrogen excretion by Beef Cattle: A meta-analysis. J. Anim. Sci. 91: 4290-4302.
- Walker, J.T., D.R. Whitall, W. Robarge and H.W. Paerl. 2004. Ambient ammonia and ammonium aerosol across a region of variable ammonia emission density. Atmospheric Environment. 38: 1235-1245.
- Walker, J. T., D. Nelson and V. P. Aneja. 2000. Trends in ammonium concentration in precipitation and atmospheric ammonia emissions at a Coastal Plain site in North Carolina, USA. Environmental Science and Technology. 34: 3527-3534.
- Wang J., W. Pembleton, O. Noel, I. Cogan and W. Forster. 2016. Evidence for heterosis in Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) Based on Inbreeding Depression in F₂ Generation Offspring from Biparental Crosses. Agronomy. 6(4): 1-10.
- Wang, Z., Q. Xu and B. Huang. 2004. Endogenous cytokinin levels and growth responses to extended photoperiod for creeping bentgrass under heat stress. Crop Sci. 44: 209-213.
- Whitall, D. R. and H.W. Paerl. 2001. Spatiotemporal variability of wet atmospheric nitrogen deposition to the Neuse River Estuary, North Carolina. Journal of Environmental Quality. 30: 1508-1515.

- Whitehead, D. C. 1995. Legumes: Biological nitrogen fixation and interaction with grasses. In: Grassland Nitrogen. pp 48 -51. CAB International, Wallingford, UK.
- Whyte, R. O., T. R. Moir, and J. P. Cooper. 1959. Las gramíneas en la agricultura. FAO. Estudios Agropecuarios NQ 42. Roma. Pp.464.
- Wickersham, T. A., E. C. Titgemeyer, R. C. Cochran, E. E. Wickersham, and D. P. Gnad. 2008. Effect of rumen-degradable intake protein supplementation on urea kinetics and Microbial use of recycled urea in Steers consuming low-quality Forage. J. Anim. Sci. 86: 3079-3088.
- Wickersham, T. A., E. C. Titgemeyer, R. C. Cochran, E. E. Wickersham, and E. S. Moore. 2008b. Effect of frequency and amount of rumen-degradable intake protein supplementation on urea kinetics and microbial use of recycled urea in Steers consuming low-quality forage. J. Anim. Sci. 86: 3089-3099.
- Wilman, D., and P. I. Wright. 1983. Some effects of applied Nitrogen on the growth and chemical composition of temperate grasses. Herbage Abstracts. 53 (8): 387-393.
- Wolton, K. M., Brockman, L. S. and P. G. Shaw. 1971. The effect of time and rate of N application on the productivity of grass swards in two environments. 1. Br. Grassl. Soc. 26: 123-131.
- Wong C., J. Antonio, Q. Garza, H. Mario, B. Morales and C. Teresa. 2003. Nitrógeno disponible y desarrollo del Ballico Anual. producción, calidad del forraje y acumulación de nitratos terra latinoamericana 21 (2): 285-295.
- Youngner, V. B., V. A. Gibeault and J. R. Breece. 1972. Turf Bermudagrasses. California Turfgrass Culture. 22: 1-3.
- Zapata, M. 1995. Consumo voluntario y comportamiento productivo de Novillos en pastoreo de Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) solo y asociado con Trébol berseem. Tesis de Maestría en Producción Animal. ICA-UABC.
- Zegarra, J., G. Díaz, V. Vélez, J. Torres and J. Callohuanca. 2007. Effect of increased levels of corn silage on protein utilization and nitrogen excretion of dairy Cows consuming alfalfa. Subproyecto de investigación y extensión agrícola PIEA INCAGRO-UICSM-RN 1400402:1-8.
- Zhang, W., Q. Lei, Z. Li and H. Han. 2016. Temporal variation of Nitrogen balance within constructed wetlands treating slightly polluted water using a stable nitrogen isotope experiment. Environ Sci Pollut. 23: 2677-2683.

- Zhao, Y. G., A. Aubry, N. E. O'Connell, R. Annett, and T. Yan. 2014. Effects of breed, sex, and concentrate supplementation on digestibility, enteric methane emissions, and Nitrogen utilization efficiency in growing Lambs offered fresh grass. *J. Anim. Sci.* 93: 5764-5773.
- Zinn, R. A. 1991. Comparative feeding value of steam-flaked corn and sorghum in finishing diets supplemented with or without sodium bicarbonate. *J. Anim. Sci.* 69: 905 - 916.
- Zinn, R. A. and F. N. Owens. 1986. A rapid procedure for purine measurement and its use for estimating net ruminal protein synthesis. *Can J Anim Sci*; 66:157.