

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Instituto de Ciencias Agrícolas



**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON SEMILLA DE
ALGODÓN ENTERA SOBRE EL COMPORTAMIENTO
PRODUCTIVO DE NOVILLOS EN PRADERAS DE BALLICO
ITALIANO (*Lolium multiflorum* Lam.) Y BERMUDA COMÚN
(*Cynodon dactylon* L.) EN EL VALLE DE MEXICALI, BAJA
CALIFORNIA**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL

PRESENTA:

ADILENE PINEDA MARTINEZ

**DIRECTOR: Dr.
DAVID CALDERÓN MENDOZA**

Mexicali. B. C.

Junio de 2016

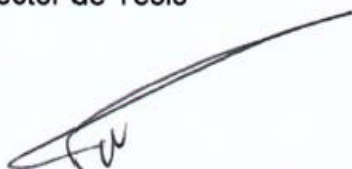
La presente tesis "EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON SEMILLA DE ALGODÓN ENTERA SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE NOVILLOS EN PRADERAS DE BALLICO ITALIANO (*Lolium multiflorum* Lam.) Y BERMUDA COMÚN (*Cynodon dactylon* L.) EN EL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA" realizada por la C. Adilene Pineda Martínez, dirigida por el Dr. David Calderón Mendoza, 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**

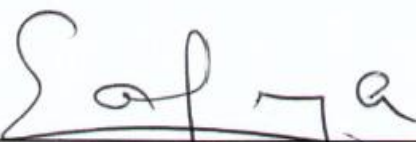
Consejo Particular



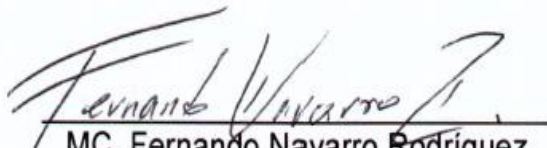
Dr. David Calderón Mendoza
Director de Tesis



Dr. Jesús Santillano Cázares
Secretario



Dr. Enrique G. Álvarez Almora
Sinodal



MC. Fernando Navarro Rodríguez
Sinodal

"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL HOMBRE"

AGRADECIMIENTOS



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, tanto en el ámbito académico como personal, por el conocimiento adquirido durante mi formación.

A mi asesor, el **Dr. David Calderón Mendoza**, por la guía y el apoyo general en el desarrollo de este trabajo, así como los conocimientos impartidos.

A l **Dr. Enrique Gilberto Álvarez Almora** por su colaboración en el desarrollo del experimento, conocimientos compartidos y sugerencias en la redacción de este escrito.

Al **Dr. Jesús Santillano Cázares**, por la disponibilidad y cooperación en la realización y revisión del presente escrito.

Al **MC. Fernando Navarro Rodríguez**, gracias por su disponibilidad para la revisión del escrito y las propuestas comentadas.

DEDICATORIAS

María Martínez y José Luis Pineda

Dios no pudo regalarme mejores padres que ustedes, por su amor y apoyo incondicional que siempre me han brindado, y tener las palabras indicadas para alentarme en cada momento. Por sembrar los principios por los que rijo mi vida hoy en día y por el inculcar en mí siempre el deseo de superarme. Les amo.

Jarenni, Damián, Eliot y Jordana

Mis pequeños sobrinitos, desde que nacieron mi vida fue distinta, anhelo ser un gran ejemplo para ustedes, en todos los aspectos posibles, recuerden que siempre los tengo presentes y cuando lo necesiten estaré ahí para apoyarlos. Los amo.

Haydee y Rafael Pineda.

Mis hermanos, porque son un gran ejemplo para mí, por alentarme en cada momento. Dios nos bendijo al juntarnos en la misma familia y somos cómplices incondicionales al compartir nuestros buenos y malos momentos. Los quiero.

Horacio A. Pérez

Por tu paciencia, comprensión, y ser cómplice en mis proyectos y sueños. Eres esencial para mí. TE AMO.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	i
ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE	ii
RESUMEN	iii
INTRODUCCIÓN	1
HIPÓTESIS	3
OBJETIVO	4
REVISIÓN DE LITERATURA	5
Suplementación de rumiantes en pastoreo	5
Tipos de suplementos	7
Concentrados	7
Harina de soya	7
Harinolina	8
Semilla de algodón entera	9
<i>Gosipol como factor anti nutricional</i>	11
Granos secos de destilería más solubles	12
Consumo voluntario de forraje por rumiantes en pastoreo	14
Comportamiento productivo de novillos en pastoreo de ballico italiano	15
Comportamiento productivo de novillos en pastoreo de bermuda	16
Ballico italiano (<i>Lolium multiflorum</i> Lam. subespecie <i>italicum</i>)	18
Distribución y adaptación	18
Importancia y uso del ballico	19
Cultivo y manejo del pasto ballico	20
Rendimiento de forraje de ballico italiano	21
Valor nutricional y digestibilidad	23
Bermuda común (<i>Cynodon dactylon</i> [L.] Pers.)	24
Distribución y adaptación de bermuda	24
Importancia y uso del pasto bermuda	25
Cultivo y manejo	27
Rendimiento de forraje de Bermuda	29
Valor nutricional y digestibilidad	30
MATERIALES Y MÉTODOS	31
Descripción del sitio experimental	31
Experimento I; Efecto de la suplementación con SAE en el comportamiento productivo de novillos en praderas de pasto ballico italiano (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) en el Valle de Mexicali Baja California.	33
Manejo agronómico general de la pradera	33
Manejo general del ganado	33
Descripción de los tratamientos y diseño experimental	34

Variables medidas en la pradera	34
Variables medidas en el ganado	35
Diseño de tratamientos y modelo estadístico.....	37
Experimento II; Efecto de la suplementación con SAE en el comportamiento productivo de novillos en praderas de pasto bermuda Gigante (<i>Cynodon dactylon</i> L.) en el Valle de Mexicali Baja California.	38
Manejo general de la pradera y el ganado.....	38
Descripción de los tratamientos y diseño experimental	39
Variables medidas en la pradera	39
Variables medidas en el ganado.....	40
Diseño de tratamientos y modelo estadístico.....	41
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
Experimento I; Efecto de la suplementación con SAE en el comportamiento productivo de novillos en praderas de pasto ballico italiano (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) en el Valle de Mexicali Baja California.	43
Variables medidas en la pradera	43
<i>Rendimiento de forraje</i>	43
<i>Valor nutricional</i>	46
Variables medidas en el ganado.....	48
<i>Consumo voluntario</i>	48
<i>Ganancia diaria de peso</i>	49
Experimento II; Efecto de la suplementación con SAE en el comportamiento productivo de novillos en praderas de pasto bermuda Gigante (<i>Cynodon dactylon</i> L.) en el Valle de Mexicali Baja California.	53
Variables medidas en la pradera	53
<i>Rendimiento de forraje</i>	53
<i>Valor nutricional</i>	53
Variables medidas en el ganado.....	54
Consumo voluntario.....	54
Ganancia diaria de peso.....	56
CONCLUSIONES.....	60
LITERATURA CITADA	61
APÉNDICE	75

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Temperaturas mensuales promedio registradas en la estación meteorológica del ICA-UABC Ej. Nuevo León, en el Valle Mexicali, B.C. durante el año 2014.....	32
Cuadro 2. Composición química y consumo de semilla de algodón entera (SAE) suplementada a becerros en pastoreo de ballico italiano y bermuda común cv. Gigante en el Valle de Mexicali Baja California.....	44
Cuadro 3. Rendimiento de forraje y comportamiento animal en novillos en praderas de pasto ballico italiano y bermuda común cv. Gigante en el Valle de Mexicali, Baja California.....	45
Cuadro 4. Valor nutricional y digestibilidad <i>in vitro</i> del forraje en praderas de pastos ballico italiano y bermuda común cv. Gigante en el Valle de Mexicali, Baja California.....	47
Cuadro 5. Efecto de la suplementación con semilla de algodón entera sobre el consumo voluntario de forraje por novillos en pastoreo de ballico italiano en el Valle de Mexicali, Baja California.....	51
Cuadro 6. Ganancia diaria de peso de novillos en praderas de ballico italiano y bermuda común cv. Gigante en el Valle de Mexicali B.C.	52
Cuadro 7. Efecto de la suplementación con semilla de algodón entera sobre el consumo voluntario de forraje por novillos en pastoreo de bermuda común cv. Gigante en el Valle de Mexicali, B. C.	5

ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE

Cuadro 1. Indicadores de valor nutritivo de <i>Lolium multiflorum</i> Lam. Base materia seca.....	75
Cuadro 2. Contenido de fibra detergente neutro (FDN) proteína cruda (PC) de forrajes <i>Lolium multiflorum</i> Lam.....	75
Cuadro 3. Análisis bromatológico de Bermuda común.....	76
Cuadro 4. Tres pastos de bermuda (<i>Cynodon</i> spp.) de verano en Carbo, Sonora	76
Cuadro 5. Composición química del <i>Cynodon plectostachyus</i> de diferentes edades.....	77
Cuadro 6. Porcentaje de proteína cruda, fibra cruda, proteína digestible y equivalente almidón del zacate estrella africana.....	77
Cuadro 7. Composición nutricional de la semilla de algodón entera (SAE) y harinolina según distintos autores expresada en porcentaje.....	78
Cuadro 8. Composición de granos de destilería con solubles derivados de varios cereales (% de PC).....	78
Cuadro 9. Concentraciones minerales en los forrajes de la región semiárida de México.....	79
Cuadro 10. Comportamiento productivo (GDP) de novillos Holstein en pastoreo..	79

RESUMEN

Se realizó un estudio el cual consistió de dos experimentos durante los años 2013 y 2014, con el propósito de evaluar el efecto de tres niveles de suplementación con semilla de algodón entera (SAE) sobre el comportamiento productivo de novillos en pastoreo en el Valle de Mexicali, Baja California. Los niveles de suplementación con semilla de algodón entera fueron 0.0%, 0.3% y 0.6% del peso metabólico en ambos experimentos. El experimento I se condujo en otoño e invierno de 2013, se utilizaron 18 becerros ($155 \pm 35\text{kg}$) de cruzas de ganado productor de carne, comunes en la región y apacentados en dos periodos de pastoreo de 30 días cada uno (marzo y abril) en una pradera anual de ballico italiano (*Lolium multiflorum* L.). El experimento II se llevó a cabo durante dos periodos de pastoreo en las estaciones de verano y otoño de 2014, 12 becerros Holstein ($198 \pm 33\text{kg}$) pastaron una pradera perenne de bermuda común (*Cynodon dactylon* L.), durante 170 días. Los tratamientos de suplementación se suministraron diariamente, los becerros fueron pesados cada 30 días, y la cantidad de SAE se ajustó mensualmente de acuerdo al peso metabólico y los tratamientos en ambos experimentos. Las praderas se muestrearon en forma aleatoria antes de que los novillos iniciaran el pastoreo en forma rotacional para determinar el rendimiento de forraje. Se suministró óxido crómico (Cr_2O_3) mezclado en el suplemento durante 14 días y se recolectaron muestras de heces los últimos cuatro días, para determinar consumo voluntario (CV). Se empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2×2 para evaluar los efectos de tratamientos y periodos de pastoreo. En el experimento I, el rendimiento de forraje fue 28% mayor ($P < 0.006$) en el mes de marzo ($4,209 \text{ kg ha}^{-1}$) que en abril ($3,205 \text{ kg ha}^{-1}$); de igual forma, durante el mes de marzo la PC fue mayor 10.5% ($P < 0.012$) que en abril (8%); mientras que la FDN, FDA y la DIVMS

fueron iguales ($P > 0.127$). Existieron diferencias por efecto de los niveles de suplementación ($P < 0.034$); con el nivel 0.3% de SAE se logró una ganancia diaria promedio (GDP) de 1.130 kg d^{-1} ; este nivel también incrementó el CV, con 8.30 kg d^{-1} . De igual forma, hubo diferencia por efecto de los periodos de pastoreo ($P < 0.001$), ya que los novillos obtuvieron una GDP de 63% (1.5 kg d^{-1}) superiores en el mes de marzo que en abril (0.48 kg d^{-1}). En el experimento II, el rendimiento de forraje fue 53% mayor ($P = 0.001$) durante la estación de verano ($3,112 \text{ kg ha}^{-1}$) que en la estación de otoño ($1,461 \text{ kg ha}^{-1}$); al igual que el rendimiento de forraje, también la PC fue superior en esta estación de verano ($P = 0.019$) con 10%; de la misma manera que el ballico italiano, la MS, FDN, FDA, así como, la DIVMS no mostraron diferencias ($P = 0.489$) en bermuda común. Los niveles de SAE, no afectaron el CV ($P = 0.496$) ni la GDP ($P = 0.921$), no obstante, el CV tiende a disminuir ($P = 0.496$), con el mayor nivel 0.6%, congruente con una menor GDP obtenida con este nivel. Por otra parte existen diferencias en CV ($P = 0.001$) y GDP por efecto de las estaciones ($P = 0.003$); el CV fue 49% superior durante la estación de otoño (6.32 kg d^{-1}) que en el verano (3.21 kg d^{-1}), así mismo, la GDP alcanzó 31.7% más durante el otoño (0.76 kg d^{-1}) que en el verano (0.46 kg d^{-1}). En general, el nivel de suplementación con 0.3% aumentó 40% el CV y 31% la GDP y es durante el mes de marzo cuando los novillos en praderas de ballico italiano incrementaron 63% la GDP. El consumo voluntario y la GDP mostraron una tendencia a disminuir con el nivel 0.6% aún por abajo del tratamiento sin SAE de novillos Holstein en praderas de bermuda.

SUMMARY

A study was conducted which consisted of two experiments during the years 2013 and 2014, with the objective of evaluating the effect of three levels of supplementation with whole cotton seed on productive performance of steers grazing in the Mexicali Valley of Baja California. The supplementation levels were 0.0%, 0.3% and 0.6% of the live weight metabolic in both experiments. Experiment I was conducted in the fall and winter of 2013, 18 calves (155 ± 35 kg) crossbreeding of beef cattle, common in the region were used and grazed in two periods for 30 days (March and April) in an annual pasture of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* L.). Experiment II was carried out during two seasons, summer and fall of 2014, 12 Holstein steers (198 ± 33 kg) grazed a perennial pasture of common bermudagrass (*Cynodon dactylon* L.) during 170 days. Supplementation treatments were fed daily, were weighed every 30 days, and the amount of whole cotton seed was adjusted monthly according to live metabolic weight and treatments in both experiments. Pastures were randomly sampled before grazing to determine forage yield. Chromium oxide (Cr_2O_3) was supplied mixed in the supplement for 14 days and feces samples were collected the last 4 days, to determine voluntary intake (VI). A completely randomized design was used for a factorial arrangement 3×2 to evaluate the effects of supplementation levels and grazing periods, respectively. In experiment I, the forage yield was 28% higher ($P < 0.05$) in March ($4,209 \text{ kg ha}^{-1}$) than in April ($3,205 \text{ kg ha}^{-1}$). Crude protein was higher ($P < 0.05$) during March (10.5%) than in April (8.3%). The NDF, ADF and IVDMD did not differ ($P > 0.05$) among treatments. Differences existed due to the effect of supplementation levels ($P < 0.05$); with the level of 0.3% of whole cotton seed was obtained 1.130 kg d^{-1} , and this level increased VI with 8.30 kg d^{-1} . Likewise, periods were significant too ($P < 0.05$), since

steers increased by 63% (1.5 kg d^{-1}) in March than April. In experiment II, the forage yield was 53% higher ($P < 0.05$) during the summer season ($3,112 \text{ kg ha}^{-1}$) than in the fall ($1,461 \text{ kg ha}^{-1}$). Like the forage yield, the CP also was higher in this season with 10%, compared with 7.3% in the fall. In the same way as was observed with Italian ryegrass, common bermudagrass showed no differences ($P > 0.05$) in DM, NDF, ADF, and DIVMS. Whole cotton seed levels did not affect the VI ($P > 0.05$), however, a tendency to decrease it was observed with the 0.6% level, consistent with a lower average daily weight (ADW) gain obtained with this level. Regarding to the effect of season it was shown an effect on VI and ADW ($P < 0.05$), VI WAS 49% higher during the fall (6.32 kg d^{-1}) than during summer (3.21 kg d^{-1}); similarly, ADW reached 31.7% more during the fall season (0.76 kg d^{-1}) than in the summer (0.46 kg d^{-1}). In general, the supplementation level with 0.3% increased 40% VI and 31% the ADW and it was March when steers increased by 63% the ADW on Italian ryegrass pasture. Voluntary intake and ADW showed a tendency to decrease with the level of 0.06% of SAE, even below the control in Holstein steers in common Bermuda grass.

INTRODUCCIÓN

El pasto ballico italiano (*Lolium multiflorum* Lam.) también conocido como ballico anual o raigrás anual, es un pasto de estación templada nativo del sur de Europa (Spedding y Diekmahns 1972). Su amplia utilización se debe a sus atributos como facilidad de establecimiento, excelente producción de forraje y de alta calidad, madurez más tardía que los cereales y adaptabilidad a una amplia gama de tipos de suelo, utilizado en el crecimiento y desarrollo de novillos mediante el pastoreo. Sin embargo, las ganancias de peso de novillos en praderas irrigadas de ballico italiano disminuyen a medida que avanza la madurez de la pradera a través de los periodos de pastoreo de enero a mayo, especialmente, después de la mitad de su ciclo vegetativo, con el incremento de las temperaturas en este periodo. Lo anterior se puede atribuir a las diferencias en la composición química con el estado de desarrollo fenológico del pasto ballico, el cual afecta el contenido y digestibilidad de los nutrientes del forraje (Minson, 1990), lo cual provoca deficiencias ya sea en energía o proteína o en ambos de los nutrientes para los bovinos en pastoreo (Cervantes *et al.*, 2000). Al respecto, Pordomingo *et al.*, (1991) indican que el forraje de pastos de mediana a alta calidad suelen ser bajos en la energía disponible en relación con el contenido de proteína.

Por otra parte, el pasto bermuda es un prominente forraje perenne de verano en la región tropical húmeda; sin embargo en las regiones árida y semiárida bajo condiciones de riego, como el valle de Mexicali, esta especie presenta un periodo de crecimiento largo; el cual se caracteriza por una calidad de forraje moderada a finales

de la primavera e inicios del verano con disminución del contenido de proteína cruda y digestibilidad de mediados o finales de verano (Hill *et al.*, 2001; Calderón, 2014). Los becerros en pastoreo de praderas de bermuda ganan peso consistentemente a una proporción menor que su capacidad genética (Hill *et al.*, 2001).

El potencial productivo de los forrajes, medido a través del comportamiento animal, depende principalmente del consumo voluntario y la digestibilidad (Minson, 1990). La suplementación de animales en pastoreo se ha utilizado para compensar las deficiencias nutricionales durante los diferentes períodos de crecimiento de forraje y ofrecer nutrientes para compensar las deficiencias nutricionales o para aumentar la densidad de energía para satisfacer las demandas de producción de los animales (Caton y Dhuyvetter, 1997). Los becerros en crecimiento necesitan metabolizar grandes cantidades de energía y proteína en la dieta para satisfacer sus necesidades de crecimiento. La semilla de algodón entera, es un suplemento proteico ampliamente utilizado por el ganado lechero (Cheeke, 2005). La semilla de algodón entera presenta un excelente balance nutricional para este tipo de ganado ya que contiene un 23% de proteína cruda, 23% de grasa y 17% de fibra (Cheeke, 2005). De acuerdo con los hallazgos de Keele *et al.* (1989), en dietas para vacas lecheras en producción, un 25% de SEA incrementó la digestibilidad del nitrógeno, grasa y energía, sin reducir la digestibilidad de la fibra (Smith *et al.*, 1981). No obstante, existe poca información relativa a la respuesta de becerros de las razas de bovinos productoras de carne o becerros machos de la raza Holstein bajo condiciones de pastoreo en especies forrajeras de baja calidad a este nivel.

HIPÓTESIS

La semilla de algodón entera es una fuente energética que puede mejorar el comportamiento productivo de novillos en praderas de pasto ballico italiano y bermuda común.

OBJETIVO

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de tres niveles de semilla de algodón entera sobre el comportamiento de novillos en praderas de pastos ballico italiano y bermuda común en el Valle de Mexicali, Baja California.

REVISIÓN DE LITERATURA

Los forrajes son fundamentalmente la fuente más importante de alimento para el ganado, especialmente de rumiantes debido a la fisiología de su sistema digestivo y las poblaciones microbianas asociadas. Los rumiantes están bien adaptados para la obtención de los nutrientes y la energía de los forrajes (Barnes *et al.*, 1995). Por otra parte, el forraje en sus distintas formas y tipos, constituye la base más económica de alimentación para estos animales. Debido a que los animales requieren de forrajes altamente nutritivos para mantener una máxima producción, es importante contar con especies forrajeras de buena calidad y alto rendimiento para satisfacer las necesidades nutrimentales tanto del ganado en corral como del ganado en pastoreo.

Suplementación de rumiantes en pastoreo

La suplementación de los animales en pastoreo ha sido utilizada para compensar las deficiencias nutricionales durante las diferentes épocas de crecimiento de los forrajes. La suplementación consiste en ofrecer nutrientes para compensar dichas deficiencias nutricionales o para aumentar la densidad energética y satisfacer las demandas de producción de los animales (Caton y Dhuyvetter, 1997). La suplementación con concentrados convencionales es generalmente demasiado costoso y los niveles de alimentación con concentrados son por lo tanto bajos (Mendieta *et al.*, 2011). El uso de concentrados u otros subproductos como suplementos de alimentación para animales en crecimiento y vacas lecheras en producción en las pequeñas explotaciones dependerá del acceso al dinero en efectivo y el precio de los alimentos y también el costo de transporte y la

disponibilidad (Mendieta *et al.*, 2011). Por lo tanto hay una necesidad de encontrar suplementos alternativos de bajo costo que pueden ser cultivados por el productor de carne o leche y están disponibles todo el año. Esto permitirá a los agricultores mejorar el nivel nutricional en su sistema de producción animal y paso a paso mejorar la economía de la producción animal en pequeña escala (Mendieta *et al.*, 2011).

Cuando la calidad del forraje es baja, por lo general durante los meses de otoño e invierno, el contenido de energía del forraje puede ser deficiente para mantener los requisitos de mantenimiento de animales de pastoreo. El consumo de energía metabolizable del ganado en pastoreo varía en gran medida con la estación de temporada (Senft *et al.*, 1987), ya que la calidad del forraje cambia continuamente (Wallace *et al.*, 1983). Por lo tanto, los granos y el almidón pueden suplementarse para aumentar la densidad de energía para compensar las deficiencias de energía en el forraje. La suplementación de niveles crecientes de maíz a vacas que consumen forraje de baja calidad disminuyó linealmente el consumo de materia orgánica (MO) del forraje (Chase y Hibberd, 1987). Sin embargo, el ganado suplementado con maíz en pastizales de verano en Nuevo México aumentó el consumo de forraje con un 0.02% del PV con la suplementación de maíz, y se redujo el consumo de forraje cuando el maíz se complementó en el 0.04% y el 0.06% de PV (Pordomingo *et al.*, 1991). En general, los niveles bajos de suplementación de grano aumentan el consumo de forraje; pero conforme aumenta el nivel de suplemento con grano, el consumo generalmente disminuye Season *et al.*, (1990). La reducción en el consumo de forraje asociado con la suplementación con maíz se ha atribuido al almidón.

Season *et al.*, (1990) mencionan que el aumento de los niveles de suplementación de almidón de maíz disminuye el consumo de forraje en novillos.

Tipos de suplementos

Concentrados

Son aquellos alimentos pobres en celulosa y de alto contenido energético por razones de conveniencia, los concentrados se clasifican para su estudio en energéticos y proteicos. Habitualmente, el uso de éstos en la producción de bovinos para carne se limita a la terminación del ganado, al desarrollo de los animales jóvenes y como suplemento limitado en las raciones de invierno (Cheeke, 2005). Los granos de cereales son los principales concentrados utilizados en la alimentación de bovinos para carne y, en caso necesario, se combinan con suplementos proteicos a fin de balancear la ración (Ensminger y Olentine, 1983). Los suplementos proteicos son arbitrarios, se definen como aquellos que tiene al menos 20% de PC. En la mayoría de las fuentes proteicas de origen vegetal contribuyen otros nutrientes de importancia en la alimentación animal, así muchos, particularmente las proteínas de origen vegetal, que contienen factores anti-nutricionales o tóxicos (Mendieta *et al.*, 2011).

Harina de soya

La harina de soya es el suplemento proteico más importante para la alimentación del ganado a nivel mundial, la soya, es una leguminosa anual y se adaptan a condiciones similares a las exigidas por el cultivo del maíz (Cheeke, 2005).

La soya cruda es tóxica para la mayoría de los animales (Cheeke, 2005). Contiene una variedad de toxinas, incluyendo inhibidores de la proteasa, lectinas,

fitoestrógenos, saponinas, goitrógenos y otros compuestos. Afortunadamente, las toxinas importantes nutricionalmente se destruyen fácilmente por tratamiento térmico. La alimentación de soya cruda a la mayoría de las especies animales, en particular los jóvenes, da lugar a un crecimiento pobre, pelo áspero o plumas y la ampliación de páncreas debido a los efectos de los inhibidores de la proteasa, también conocidos como inhibidores de la tripsina, inhiben las enzimas pancreáticas tripsina y quimotripsina. Tanto la enzima y el inhibidor se excretan, causando una reducción en la digestibilidad de la proteína y un aumento de la pérdida de proteína enzimática. Contienen aproximadamente el 18 % y 38 % de proteína cruda. Un calentamiento excesivo causa la unión de la lisina por la reacción de Maillard, en el que los grupos amino libres reaccionan con los azúcares para producir polímeros indigeribles (Cheeke, 2005).

La soya con bajos niveles en la actividad de la tripsina-inhibidor se han desarrollado (Cook et al, 1988; Herkelman *et al.*, 1992, citados por Cheeke, 2005) y puede ser utilizada como alimento en bruto sin efectos adversos. La producción de soya con niveles bajos de tripsina-inhibidor contiene proteína de almacenamiento (glicina y conglicina) que pueden causar reacciones alérgicas en los animales, especialmente en terneros pre-rumiantes y lechones, lo que resulta en una atrofia de las vellosidades intestinales y alteración de la absorción de nutrientes (Pedersen y Sissons, 1984; Kilshaw y Sissons, 1979 citados por Cheeke, 2005).

Harinolina

La harinolina es el segundo suplemento de proteína vegetal más importante que se utiliza en la alimentación animal. Es un subproducto de segundo orden; el

aceite extraído de la semilla es el principal subproducto y la harina que queda después de la extracción, es un subproducto secundario y recibe la menor atención en el control de calidad, es una fuente común de proteína en las dietas del ganado de carne y es generalmente más barato que la harina de soya (Lawton, 2010). Contiene 45 % de proteína en base a MS y es una excelente fuente de fósforo suplementario (1.2 %). La harina de soya tiene un 17 por ciento más de proteínas que la harina de semilla de algodón; sin embargo, es a menudo 25 a 35 por ciento más caro que la harina de semilla de algodón, también tiene tasas similares de degradabilidad de la proteína como la harina de soya y puede sustituir a la harina de soya en la mayoría de las dietas, con excepción de los terneros jóvenes menores de 4 meses de edad (Lawton, 2010).

La harina de algodón se mezcla a menudo con sal en una proporción de 2:1 y se usa como un suplemento de proteínas para vacas adultas. La ingesta de esta mezcla será de aproximadamente 1.40 kg d^{-1} , también la harina de semilla de algodón se puede mezclar con la sal y emplearse como una fuente de alimentación alta en proteínas para terneros lactantes, se recomienda que la mezcla debe contener aproximadamente 8-10 % de sal. Puede ser necesario mezclar sólo 2 a 3 por ciento de sal para alentar a los terneros a comer el alimento inicialmente (Lawton, 2010).

Semilla de algodón entera

La semilla de algodón entera (SAE), es un suplemento proteico ampliamente utilizado en la industria lechera, tiene un excelente balance de nutrientes para el ganado lechero, ya que contiene 23 % de PC, 23 % de grasa y 17 % de fibra, por lo

tanto, es una buena fuente de proteína, energía y fibra (Cheeke, 2005). En el Cuadro 7 del Apéndice se encuentran valores de distintos autores sobre la composición nutricional de SAE. La calidad de la proteína y el contenido de la harina de semilla de algodón son inferiores a los de la harina de soya. Contiene aproximadamente el 41 % proteína cruda y 12 % de fibra cruda. Es más baja en los aminoácidos lisina y azufre que la harina de soya y es de menor palatabilidad que la harina de soya para las aves de corral y cerdos, pero es bien aceptada por los rumiantes.

Debido a la posibilidad de toxicidad del gossipol, la harinolina y SAE se debe de alimentar a las vacas lecheras en niveles no mayores a 4.0 kg por vaca por día, este nivel es ligeramente superior a lo reportado por (Moore et al., 1989) quien reporta un consumo de 25.3 % de SAE (3.4 kg) de dieta en vacas de 574 kilogramos. Las vaquillas de remplazo pueden ser alimentadas de forma segura con dietas con un 15% de SAE (Arieli, 1998). El uso de subproductos de semilla de algodón en la alimentación de ganado lechero ha sido revisado por diversos investigadores (Coppock *et al.* 1987; Arieli 1998). Holmberg *et al.* (1988) describe en detalle el inicio de la crianza de un lote terneros de vacas lecheras por toxicidad de gossipol, indicando de la pérdida de más de 500 becerros. La dieta contenía 27% de harinolina. Las lesiones importantes incluyen ascitis (acumulación de líquido ceroso en la cavidad abdominal), edema, daño hepático (necrosis aguda centrolobulillar), lesiones cardiovasculares y daño renal. Teniendo en cuenta todos estos factores (gossipol, palatabilidad y calidad de las proteínas), la semilla de algodón es más adecuada para los rumiantes que para los no rumiantes, además, es una buena fuente de proteína de sobrepaso (Moore et al., 1989; Cheeke, 2005).

Según Moore *et al.*, (1989) adiciones de grasa de 2 y 4% incrementaron el consumo diario de energía digestible y no redujeron la digestibilidad de los componentes de la dieta. Adiciones de grasa del 6.3% (30% de la dieta de SEA) o superior, o bien grasas libres o aceite de semilla de algodón en su conjunto, redujo la digestibilidad promedio de la fibra detergente ácido (FDA) del 40 al 28%. Además deprime la digestibilidad de la fibra, la adición de 8% de grasa reduce la digestibilidad de la materia seca (de 54-47%), materia orgánica (60-52%) y la energía bruta (60-51%). La adición de 2 a 4% de grasa se puede esperar que estimule el consumo de alimento y aumentar ED de la ingesta por novillos. Los intentos de aumentar la densidad calórica de la dieta de forraje de baja calidad por la adición de grasa de más de 4% pueden ser contraproducentes.

Gosipol como factor anti nutricional

Una limitación importante para el uso de la SAE y de la harinolina como suplemento, es la presencia de un elemento tóxico llamado *gosipol*, el cual es un compuesto fenólico, lo que significa que contiene anillos aromáticos (benceno) con grupos hidroxilo (-OH) unidos. Es un pesticida natural y ayuda a proteger la planta contra los insectos y otras plagas. Causa reducido crecimiento y consumo de alimento (Cheeke, 2005). Durante un período de tiempo prolongado, produce daños en el corazón, el hígado y los pulmones, dando lugar a la irregularidad cardiaca, insuficiencia cardiaca (infarto de miocardio), edema pulmonar y dificultad para respirar, debido a que el gosipol reacciona con el hierro, que produce anemia mediante la vinculación de hierro en una forma no disponible (Cheeke, 2005) .

Para los no rumiantes, el nivel de gossypol libre en la dieta no debe ser superior a 0.01 por ciento, o aproximadamente el 9 por ciento de harinolina en la dieta. La harinolina es supervisada por su contenido de gossypol libre. Los efectos tóxicos de gossypol se pueden reducir mediante la adición de sales de hierro a la dieta. El gossypol libre reacciona con el hierro y por lo tanto se convierte en "unido" o fisiológicamente inactivo.

Los rumiantes son más tolerantes al gossypol, pero incluso en los rumiantes una alimentación prolongada de SAE puede hacer que el corazón y el hígado se dañen. El daño por gossypol es acumulativo, y los efectos adversos no se observan hasta después de muchas semanas o meses de alimentación de animales de granja con semilla de algodón. Los becerros son más sensibles que las vacas adultas a la toxicidad del gossypol las lesiones importantes incluyen ascitis, edema, daño hepático, lesiones cardiovasculares y daño renal (Holmberg *et al.*, 1988; Risco *et al.*, 1992). Las pérdidas de ovejas por la actividad de gossypol también se han reportado (Morgan *et al.*, 1988).

Granos secos de destilería más solubles

Cuando los granos son fermentados para la producción de alcohol, aproximadamente un tercio de la materia seca es recuperado como subproducto. Los dos productos básicos al final del proceso de fermentación son torta, (restos de granos no fermentados) y una fracción líquida conocida como *stillage* (licor) conteniendo pequeñas partículas de grano, levaduras y nutrientes solubles (Schroeder, 2010).

Los granos secos de destilería más solubles (DDGS) son producidos agregando una porción del licor a la torta en el momento del secado. En el caso de los granos de destilería húmedos (35% MS) la denominación es WDG (granos de destilería húmedos, por sus siglas en inglés), o WDGS (wet distillers grains with solubles) con el agregado de los solubles (Schroeder, 2010). El alcohol puede ser producido a base de un cereal o de una combinación de diferentes cereales. Los más comúnmente usados son maíz, trigo, cebada y centeno. El nombre del grano usado en mayor proporción es usado para nombrar el subproducto resultante. Por ejemplo: granos destilería de maíz es generado en una planta de producción donde el maíz fue el cereal usado en mayor proporción, en el Cuadro 8 del Apéndice se muestra el porcentaje de aminoácidos de granos de destilería con solubles de distintos granos y su valor total de proteína cruda.

Generalmente a los granos de destilería se les extrae casi la totalidad del almidón, sin embargo son una excelente fuente de energía, proteína, fibra y fósforo. Los granos de destilería son una buena fuente de proteína no degradable en rumen (PNDR o proteína de sobrepaso). Los valores reportados estiman en promedio un 55% de la proteína bruta como proteína de sobrepaso con un rango que va de 47 a 63% (Schroeder, 2010). Normalmente se asume un menor % PNDR para los granos de destilería húmedos que para los secos, aunque las diferencias son pequeñas. Investigaciones de Ohio han reportado un 47 % PNDR para los DDGS húmedos y 54 % para los DDGS secos. Durante el proceso de secado, parte de la proteína se degrada por calentamiento por lo cual la proteína contenida en los granos de destilería contiene proporcionalmente más proteína de sobrepaso que la del grano

original. Sin embargo, si el porcentaje de proteína de sobrepaso es mucho mayor (ej. > 80% de la PB), sería recomendable chequear la proteína indigestible por si hubo daño por calentamiento (Schroeder, 2010).

Consumo voluntario de forraje por rumiantes en pastoreo

El consumo voluntario de forraje se puede definir como la cantidad de materia seca consumida cada día, cuando, a los animales se ofrece exceso de alimentación (Minson, 1990). La productividad de los rumiantes depende de su capacidad para consumir y extraer energía utilizable a partir de los recursos alimenticios disponibles. La fermentación ruminal permite a los rumiantes extraer mucha más energía de los alimentos fibrosos que lo que es posible por las enzimas solas de mamíferos y que convierten el nitrógeno no proteico en proteína microbiana con alto valor biológico. Por lo tanto, la cantidad de materia seca de forraje consumido es el factor más importante que controla la producción de rumiantes de los forrajes (Minson, 1990).

Sin embargo, el consumo voluntario de materia seca puede ser limitado por rumiantes que consumen forrajes como resultado del flujo restringido de la digesta a través del tracto gastrointestinal, ya que el flujo restringido puede resultar en la distensión de uno o más segmentos del tracto gastrointestinal, lo que resulta en disminución del consumo. Se reporta que el consumo varía inversamente con la capacidad de llenado de los forrajes, que está representado por el contenido de fibra (Minson, 1990; Allen, 1996).

Van Soest (1965) encontró que el consumo voluntario de forrajes por las ovejas estaba más relacionado con la FDN que a otras medidas químicas. Se ha sugerido que la FDN es el mejor predictor químico único de consumo voluntario de la

materia seca por los rumiantes (Young, 1989). Aunque la FDN se ha utilizado como la única característica de los alimentos para predecir los efectos de llenado de los forrajes (Mertens, 1987, 1994a), hay evidencia sustancial de que por sí sola la FDN es insuficiente; su efecto de llenado varía con diferencias en el tamaño inicial de partícula, fragilidad de las partículas y la tasa y el grado de digestión de la FDN. Un sistema de unidad de llenado ha sido desarrollado (Jarrige *et al.*, 1986) en el que los forrajes se les asignan valores de llenado para predecir el consumo voluntario de materia seca basado en experimentos de consumo con ovejas y ganado lechero (Allen 1996).

Comportamiento productivo de novillos en pastoreo de ballico italiano

El potencial productivo de los forrajes, medido a través del comportamiento animal, depende en primer lugar del consumo voluntario y la digestibilidad del forraje (Grigsby *et al.*, 1989). Según Cervantes *et al.*, 2000, las ganancias de peso de novillos en praderas irrigadas de ballico italiano disminuyen a medida que avanza la madurez de la pradera a través de los periodos de pastoreo de enero a mayo, al inicio del pastoreo está limitado en energía y proteína de escape; especialmente, después de la mitad de su ciclo vegetativo con el incremento de las temperaturas en este periodo (Calderón, 2014). Asimismo, se indica que la ganancia de peso esperada de novillos Angus consumiendo este forraje fue sustancialmente menor a su capacidad de crecimiento, indicando que el ballico anual está limitado en la cantidad de energía proporcionada en cada corte, la proteína de escape en el primer corte, y la proteína total en los cortes intermedio y tardío (Cervantes *et al.*, 2000). Lo anterior puede atribuir a las diferencias en la composición química con el estado de

desarrollo fenológico del pasto ballico, el cual afecta el contenido y digestibilidad de los nutrientes del forraje (Minson, 1990; Cervantes *et al.*, 2000). Al respecto, Pordomingo *et al.* (1991) indican que el forraje de pastos de mediana a alta calidad suelen ser bajos en la energía disponible en relación con el contenido de proteína.

En una pradera con ballico italiano, se realizaron dos periodos de pastoreo de 75 días aproximadamente (enero a marzo y de abril a junio) en el rancho experimental “La Campana”, Chihuahua, donde se utilizaron vacas de desecho y becerros en crecimiento y una carga animal ligeramente menor a los 4,000 kg de peso vivo ha⁻¹, las vacas presentaron una ganancia de 800 g por día (Chávez *et al.*, 2008).

Comportamiento productivo de novillos en pastoreo de bermuda

En un estudio realizado por Domínguez (2000), durante la sequía, utilizando novillos Cebú de 400 Kg. en praderas de zacate Insurgente (*Brachiaria brizantha*) y suplementados con bloque nutricional contra el testigo, observó una GDP de 0.751 y 0.750 kg, respectivamente; solamente que la complementación con bloque nutricional permitió mantener una mayor carga animal, la cual fue de 3.1 y 2.7 UA/ha, respectivamente. Asimismo la producción de carne fue de 848 kg y 740 kg ha⁻¹ al año. En la región árida y semiárida con inviernos benignos bajo condiciones de riego, como el Valle de Mexicali, Baja California, México y el valle Imperial en California, EUA, el pasto bermuda presenta un largo periodo de crecimiento, el cual, permite el corte o pastoreo desde mediados de la primavera hasta finales de otoño (Calderón, 2014; Cassida *et al.*, 2006). Sin embargo, los bovinos bajo condiciones de pastoreo en praderas de pasto bermuda ganan peso en una proporción

consistentemente menor que su capacidad genética (Burton, 1995; Greene *et al.*, 1995). La ganancia diaria de peso del ganado de engorda en pastoreo a menudo es bajo en este forraje durante el verano caliente y seco (Greene *et al.*, 1995; Cassida *et al.*, 2006). Esto se ha atribuido al menor crecimiento del forraje y valor nutritivo al final de la temporada de crecimiento, y al aumento de las necesidades energéticas a medida que el ganado incrementa de peso (Hill *et al.* 2001).

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) puede apoyar mejor las ganancias de becerro en crecimiento en pasto bermuda común en el sur de Arkansas. En vaquillas de sobre año en pastoreo durante dos años. La alfalfa disminuyó linealmente con el tiempo después de la siembra. La producción de forraje durante la primavera fue mayor en alfalfa que en bermuda, pero la inactividad de la alfalfa en el verano resultó en una ventaja para la producción de forraje en verano para bermuda. La bermuda proporciona un mayor periodo de pastoreo (115 - 168 días para bermuda vs 66 - 156 días para la alfalfa; más días-animal en pastoreo (1040 - 1452 vs. 594 - 1221 días y menor número de interrupciones de pastoreo que la alfalfa. La ganancia diaria de peso, 462 vs. 319 g d⁻¹, y la ganancia de peso vivo total de 664 vs. 447 kg ha⁻¹, fueron mayores para la alfalfa que la bermuda en el año 2. En los dos años, las vaquillas en pastoreo de alfalfa obtuvieron la misma ganancia de peso en menos tiempo que las vaquillas apacentadas en bermuda. El sistema de pasto bermuda tuvo una utilidad neta negativa en todo el período de prueba. La utilidad neta para el sistema de alfalfa dependía del valor de heno cosechado. Cuando el valor de heno de alfalfa alcanzó 95 dls. t⁻¹ de MS, el rendimiento neto fue mayor para el sistema de alfalfa que para el sistema bermuda \$ 59 vs. \$ -148 ha⁻¹. La renovación de bermuda

a pradera de alfalfa puede ser económicamente factible bajo un sistema de doble propósito tanto para crecimiento de becerros como para producción de heno (Cassida *et al.*, 2006).

Novillos apacentados en bermuda común sin fertilizar en Tifton, Georgia, por un periodo de 215 días, durante 3 años obtuvieron ganancias diarias de peso de 0.4 kg (Stephens 1942). Durante el mismo periodo, los novillos en pasto carpeta (*Axonopus scoparius*) lograron una ganancia diaria promedio de 0.2 kg y una producción promedio en pasto bermuda de 112 kg ha⁻¹ de carne de bovino. Mientras que, el pasto carpeta produjo sólo 74 kg ha⁻¹ (Burton y Monson 1972).

Ballico italiano (*Lolium multiflorum* Lam. subespecie *italicum*)

Distribución y adaptación

El ballico italiano también conocido como ballico anual o raigrás anual, es nativo del sur de Europa. Junto con el ballico perenne (*Lolium perenne* L.), están ampliamente distribuidos por todo el mundo, incluyendo Norteamérica, América del Sur, Europa, Nueva Zelanda y Australia (Núñez *et al.*, 2000). Se inició su cultivo en el siglo XIII en el norte de Italia, lo que originó su nombre vulgar. Durante el siglo XIX se estableció en la costa noroeste del pacífico de los Estados Unidos, en donde actualmente se cultivan praderas para la obtención de semilla mejorada, incluyendo las variedades comerciales que se siembran actualmente en México (Delgado, 1985). En nuestro país, destacan en superficie de cultivo los estados de Sonora, Baja California y Chihuahua (SIAP, 2008).

El ballico anual tiende a adaptarse a climas templados pero también crece en climas húmedos, templados y subtropicales, en zonas entre los 1,500 y 3,000 msnm,

y soporta temperaturas de 0° C, aunque la óptima es de 10 a 12 °C (Burton y Hanna 1995). En México, el ballico anual se adapta a regiones cálidas y templadas, con temperaturas medias anuales de 11 a 19 °C en el ciclo de producción, pero que no tengan meses con temperaturas promedio mayores de 25°C (Cantú, 1989; Núñez *et al.*, 2000). Su mayor crecimiento ocurre a temperaturas entre 20 a 25°C, debido a esto crece bien en invierno y principios de primavera en la mayoría de las regiones áridas y templadas del país (Burton y Hanna 1995; Hill *et al* 2001). El estrés por altas temperaturas provoca que la producción al final de la primavera y principio del verano disminuya aunque tenga un suministro adecuado de agua. Crece mejor en suelos fértiles con buen drenaje, tolera suelos ácidos y alcalinos (pH 5.0 a 7.8), debajo de un pH de 5.0, la toxicidad por aluminio puede ser un problema (Burton y Hanna 1995). Un pH más alto puede causar clorosis debido a deficiencias en fierro y magnesio (Burton y Hanna 1995). El mejor crecimiento del ballico anual ocurre cuando el pH del suelo es de 5.5 a 7.5 (Cantú, 1989; (Burton y Hanna 1995).

Importancia y uso del ballico

Su importancia y amplia utilización se debe a sus atributos como facilidad de establecimiento, excelente producción de forraje y de alta calidad, madurez más tardía que los cereales y adaptabilidad a una amplia gama de tipos de suelo (Balasko *et al.*, 1995), pudiendo ser utilizado para la producción de carne o leche en pastoreo, soportando una carga animal de 3,600 a 4,500 kg de peso vivo, lo que equivale a una carga de 8 a 10 unidades animal por hectárea (vaca de 450 kg).

En el Valle de Mexicali, Distrito de Riego Rio Colorado, se cosechan alrededor de 1,290 ha de ballico anual, obteniéndose 51,845 toneladas de este forraje en verde

al año, correspondientes a un rendimiento de 40.25 t ha⁻¹ (SIAP, 2015). La variedad Oregón ha demostrado establecerse bien en diferentes tipos de suelo y ambientes cálidos o templados en caso de no encontrar esta variedad, Rubio *et al.*, 1993 quienes realizaron distintos estudios en el estado de Chihuahua recomiendan emplear la variedad Gulf o un tipo tetraploide, los cuales también compiten en rendimiento con la variedad Oregón común.

Cultivo y manejo del pasto ballico

La semilla de ballico anual germina adecuadamente con temperaturas diurnas/nocturnas de 15/2 a 35/22°C. La germinación se redujo a 30% a temperaturas más altas (Nelson *et al.*, 1992, citados por Evers *et al.*, 1997).

. La densidad de plántula y densidad de biomasa va en aumento según la densidad de siembra (Nelson *et al.*, 1992). La época de siembra con mejores condiciones de clima para la germinación es de principios de septiembre a principios de octubre, de pasarse esta fecha se reduce la disponibilidad de la pradera, que será a finales de diciembre a mayo pudiéndose extender hasta junio (Chávez *et al.*, 2008).

La densidad de siembra varia de 20 a 30 kg ha⁻¹ esto dependerá de las fechas en que se realice, si esta se hace en la fechas optimas se requiere, de 22 a 25 k ha⁻¹, en siembra tardía se requiere de 30 a 35 kg ha⁻¹ (Calderón, 2014). En cuanto al tipo de suelo, Rubio *et al.*, (1993) sugiere que en suelos arenosos se empleen 25 kg ha⁻¹ de semilla, mientras que en suelos arcillosos recomienda 30 kg ha⁻¹. En cultivos puros es aconsejable sembrar a 23-34 kg ha⁻¹, de 22-28 kg ha⁻¹ cuando se mezcla

con granos pequeños, y 11-22 kg ha⁻¹ cuando se mezcla con tréboles anuales (Evers *et al.*, 1992). Dependiendo de los recursos disponibles la siembra puede ser manual, al voleo o con maquinaria. La profundidad recomendada va de 1 a 1.5 cm. En algunas regiones se han obtenido buenos resultados con sembradoras de labranza mínima o de conservación, reportándose una reducción de hasta un 20% de semilla por hectárea, en la misma operación de siembra se tapa y se aplica el fertilizante y esto permite una mayor conservación del suelo (Balasko *et al.*, 1995).

Este forraje demanda un alto suministro de nitrógeno (Ehlig y Hagemann.1982). La fertilización recomendada para la pre siembra es de 80-60 kg ha⁻¹, la fertilización puede ser con los riegos (fertilizantes líquidos) o al voleo (fertilizante granulado) incorporado al suelo con el riego. La cantidad de nitrógeno aplicada en pre siembra dependerá de si se encuentra dentro de las fechas recomendadas para la siembra y la temperatura, en caso de que la siembra sea tardía y se presenten heladas tempranas que bajen las temperaturas, el uso del nitrógeno se reduce a la mitad. La frecuencia de la fertilización se realiza considerando la fecha de corte o pastoreo que es aproximadamente entre 25 a 30 días, de 50 a 60 kg de nitrógeno por hectárea (Ehlig y Hagemann.1982; Balasko *et al.*, 1995).

Rendimiento de forraje de ballico italiano

En el Cuadro 1 del apéndice se presentan los rendimientos de materia seca de diferentes variedades de ballico anual en la región de la Comarca Lagunera, las cuales fueron manejadas con las mismas condiciones de densidad de siembra y fertilización. En un estudio realizado por Rubio *et al.* (1976) en el estado de Durango

reportan rendimientos invernales de ballico anual variedad Oregon, en 5 cortes, de 2.51; 1.50; 2.04; 2.07; y 2.20 t ha⁻¹ respectivamente, con un rendimiento acumulado de 10.06 t ha⁻¹. Los rendimientos alcanzados por los mismos autores, en el sitio “El Refugio”, en 5 cortes son de 1.78; 2.25, 2.64, 2.90 y 1720 t ha⁻¹ respectivamente, con un rendimiento acumulado de 11.28 t ha⁻¹.

Por otra parte Alanís (1981) evaluó algunas variedades de *Lolium perenne* L. y *L. multiflorum* L. en el Valle de México y encontró que el ballico anual variedad Oregon tiene rendimientos de 19 a 21 t ha⁻¹ al año, en otro estudio Farías *et al.*, (1983) mencionan que en siembras comerciales de ballico anual variedad Oregon se han obtenido rendimientos totales por ciclo, 13 o 14 t ha⁻¹. Para esta misma variedad, Gallegos (1988) reporta rendimientos de 2.05 t ha⁻¹ MS por corte en invierno. López y Peñaloza (1990) encontraron rendimientos promedio por corte de 3.2, 3.2, 3.0 y 3.2 t ha⁻¹, correspondiente a en las variedades Oregon, Paroa, Tama y Westerwoldicum, respectivamente.

En estudios en la época de invierno de ballico anual común tetraploide, Bravo y Arroyo (1991) obtuvieron rendimientos de 1.81, 2.10, 1.71 y 1.91 t ha⁻¹ MS con densidades de siembra de 10, 20, 30 y 40 kg de semilla ha⁻¹, respectivamente. Cadena y Mendoza (2001) evaluaron el rendimiento de ballico anual, variedades Abundant, Común y Hércules, en condiciones de pastoreo, alcanzando 2.31, 2.40 y 2.41 en t ha⁻¹ MS de forraje promedio por corte, respectivamente por variedad. Pordomingo *et al.*, (2004) reporta rendimientos totales durante cuatro cortes en la localidad de Santa Rosa, Provincia de La Pampa, Argentina de 8.73, 7.91 y 8.45 t ha⁻¹ MS en variedades de ballico anual, Dominó, Eclipse y Zorro, respectivamente.

Valor nutricional y digestibilidad

El ballico italiano produce algunos de los forrajes de mayor calidad que se pueden cultivar en el sureste de los Estados Unidos (Ellis y Lippke 1976) y norte de México (Chávez *et al.* 2008). La digestibilidad de la materia seca puede estar cerca de un 80 % a principios de la estación, especialmente en las zonas más templadas. A medida que avanza la estación, la digestibilidad disminuye pero todavía puede ser superior al 65 % durante gran parte de la estación de pastoreo. El contenido de nutrientes promedio de este pasto, según NRC, (2000) es de 22.6 % de MS, de 17.9 % PC, 20.9 de fibra y 4.1 % EE. En el Cuadro 1 del Apéndice se muestra valores de 9 % y 10 % de PC y de nutrientes digestibles totales entre 60 % y 79 %.

Según Chávez *et al.*, (2008), la recuperación de la pradera en cuanto a su producción de forraje y calidad nutritiva del ballico italiano se encontró que la producción forrajera mostró un incremento lineal a lo largo de un periodo de recuperación durante 30 días; mientras que, el contenido de proteína cruda, tendió a incrementarse a medida que avanzaba el crecimiento, alcanzando sus más altos valores entre el décimo y décimo octavo día de recuperación, para luego disminuir (Chávez *et al.*, 2008). En el Cuadro 2 del Apéndice, se indican valores de FDN y PC de cultivares de ballico italiano, diploides y tetraploides, durante los meses de diciembre, marzo y abril (Balasko *et al.*, 1995). Destacan los valores durante marzo y abril de PC de 22.2 % y 17.8 % respectivamente, así como 38 % y 47 % de FDN durante los mismos meses antes mencionados, también se puede notar la variabilidad de los valores a inicios y finales del mes del mes de mayo.

Bermuda común (*Cynodon dactylon* [L.] Pers.)

Distribución y adaptación de bermuda

El pasto bermuda es un nombre común asignado a un número de especies del género *Cynodon*, probablemente originario del sureste de África y de estación cálida (Harlan *et al.*, 1970). De éstas especies [*C. dactylon* (L.) Pers.], bermuda común, es la única especie descrita como una "maleza ubicua, cosmopolita" debido a su distribución en todo el mundo (Burton y Hanna 1995). Estudios sugieren que puede haber sido derivada de una cruce entre dos variedades diploides, *aridus* y *afghanicus*, en Asia. En los EUA (Tracy, 1917), describe que el pasto bermuda es el más común y de mayor valor en los estados del sur, siendo de la misma importancia en esa región que el pasto azul de Kentucky, en los estados más al norte.

Este pasto crece mejor cuando las temperaturas medias diarias están por arriba de 24 °C. El crecimiento es muy poco cuando estas temperaturas bajan de 9 °C a 6 °C. Las temperaturas de -2° C a - 3 °C suelen matar los tallos y las hojas que cubren el suelo. El pasto bermuda es más resistente a la sequía que otros pastos de estación cálida como, los pastos dallis (*Paspalum dilatatum* Poir.), carpeta (*Axonopus affinis* Chase) o bahía (*Paspalum notatum* Flugge) (Burton y Hanna 1995). Tolera una amplia gama de tipos y condiciones de suelo, se encuentra preferencialmente adaptado a suelos arcillosos más que a suelos arenosos de las regiones secas, debido a la mayor capacidad de retención de agua de la arcilla, puede sobrevivir largos periodos de inundación, sin embargo, es indispensable una aireación adecuada del suelo para su crecimiento, crece en suelos con una amplia gama de

valores de pH, no obstante, los suelos alcalinos son más tolerados que los suelos ácidos (Labrada *et al.*, 1996).

Para favorecer el crecimiento, se requiere una gran cantidad de nitrógeno disponible, este elemento es a menudo el factor limitante para el pasto bermuda común. Por otro lado, la reducción de horas luz o la sombra, afecta drásticamente su crecimiento, se ha demostrado que la disminución de luz solar puede provocar una disminución de hasta un 32% en el rendimiento anual de MS (McBee y Holt 1966, Labrada *et al.*, 1996). La disminución en el crecimiento debido a la sombra se intensifica por las altas temperaturas, lo cual podría ser explicado por un aumento en la tasa de respiración en relación con la tasa fotosintética (Burton *et al.*, 1988).

Importancia y uso del pasto bermuda

Se caracteriza por una calidad moderada a inicios de la estación de verano con una disminución del contenido de proteína y digestibilidad de mediados o finales de la misma. Es muy usado como forraje, heno, ensilaje y pasto, a pesar de que su riqueza en nutrientes no puede considerarse alta. En condiciones de cultivo el pasto bermuda se puede asociar bien con leguminosas, ya que produce un pasto nutritivo y puede ser mantenido en rotación, resultando excelentes para la engorda de ganado vacuno en producción de carne (Feucheter, 2000).

Numerosos cultivares y selecciones de bermuda son cultivados en los EUA, pero ninguno es tan ampliamente utilizado como la bermuda costera, desde las Carolinas hasta California, debido a la persistencia, rendimiento y calidad, liberada en 1943 por Glenn Burton (USDA-ARS) en Tifton, GA., es un híbrido F₁ entre un material descubierto en Tifton Georgina y una introducción de Sudafrica, su

resistencia mayor a enfermedades del follaje le permite producir más forraje y de mejor calidad que la bermuda común (Burton y Hanna 1995; Hill et al 2001). Esta variedad sigue siendo el estándar para la comparación con los nuevos híbridos y selecciones de pasto bermuda en la mayor parte del sur (Hill *et al.*, 2001); mientras que la bermuda Midland (Harlan *et al.*, 1954), una cruce hecha por el Dr. Burton entre bermuda costera y una selección de Indiana y liberada en 1954, es el estándar para los nuevos cultivares comparados en las llanuras del sur y la parte norte de esta área. La bermuda a menudo persiste y continua productiva por más de 35 años si se maneja adecuadamente (Hill *et al.*, 2001).

Una breve descripción de los bermudas "Tifton" revela grandes diferencias entre estos pastos. Tifton 44, tiene pequeños tallos y hojas y es similar en calidad a la bermuda costera, pero, tiene tolerancia superior al frío, que resulta de un gran número de rizomas. Tifton 44 es lento para establecer, a menudo, toma más de un año, en Tifton, Georgia, es preferido por muchos productores de caballos. Mientras que, el pasto bermuda 'Coastcross-1' (Burton, 1972) es ampliamente utilizado en Cuba, México, Puerto Rico, América Central, Venezuela y Brasil, en los Estados Unidos su uso es limitado a algunas áreas, ya que tiene muy poca tolerancia al frío. Por otro lado, Tifton 68 es una planta grande, con una cubierta abierta, grandes tallos y hojas anchas. Tifton 68, tiene la más alta calidad y es uno de los pastos de bermudas de mayor rendimiento dadas a conocer por el Dr. Burton. No se cultiva en los Estados Unidos, ya que tiene muy pocos rizomas, resultando en una mala tolerancia al frío, pero se mantiene y se utiliza como uno de los materiales en los

cruzamientos para aumentar el rendimiento y la calidad (Burton y Monson, 1984; Hill *et al.*, 2001).

El bermuda Tifton 85 es un híbrido resultante de la cruce Tifton 68 y una introducción de bermuda de Sudáfrica, es más productivo que la bermuda de la costa o Tifton 44 y es considerado el forraje de mayor productividad y calidad de las zonas costeras (Burton *et al.*, 1993; Hill *et al.*, 1993). En ensayos sobre ganado en pastoreo, con Tifton 85 se han obtenido mejores resultados que con Tifton 78 o Tifton 44 (Hill *et al.*, 1997b), aunque las concentraciones de FDN son a menudo muy altas en Tifton 85, en experimentos de digestión con ganado lechero y ganado productor de carne se han obtenido buenos porcentaje de digestibilidad (Hill *et al.*, 1997b; Mandebvu *et al.*, 1999a).

Cultivo y manejo

La pradera se puede establecer por medio de estolones o semilla. La siembra del pasto bermuda con semilla tiene la gran ventaja de obtener un rápido establecimiento a los 45 a 60 días (Feucheter, 2000). Después del riego de germinación estará listo para su utilización, en cambio los zacates por estolones requieren de 6-10 meses para su primer uso. Sin embargo se deberá tener especial atención en los años subsecuentes de producción, debido a que la calidad y producción de forraje de los híbridos mejorados es superior que los pastos bermuda con semilla. La fecha recomendable de siembra es cuando las temperaturas nocturnas sean superiores a los 16 °C, que ocurre a partir de marzo-abril para regiones más cálidas y en mayo-junio para regiones más frías. En siembras tempranas se corre el riesgo de muerte

de plantas por heladas y en siembras tardías se tiene el problema de malas hierbas (Feucheter, 2000).

La densidad de siembra dependerá de la pureza y germinación que garantice la semilla, siendo recomendable aplicar 5 kg de semilla pura viable, es decir de 7-10 kg de semilla comercial por hectárea. Hay que considerar el volumen de las semillas es pequeño y la necesidad de distribuirlo en toda la hectárea. Se requiere de muy buena distribución de la semilla en el terreno, por lo que para siembras en áreas pequeñas puede hacerse con sembradora manual tipo ciclónica o bien al voleo. Para grandes áreas es recomendable la sembradora "Brillon" (sembradora de alfalfa). Se deberá tirar la semilla después del primer paso de rastra y cubrirla con el segundo o bien cubrir la semilla con rastra de ramas (Feucheter, 2000).

Como este es un cultivo perenne, deberá realizarse una buena preparación del terreno por lo que se hará un subsoleo (siendo el trabajo más importante), barbecho, rastreo doble, tabloneo, trazo de bordos y canales. En la pre siembra es recomendable la aplicación de 60 kg de P ha⁻¹ (P₂O₅) y 100 a 200 kg de N ha⁻¹ divididas en dos a tres aplicaciones, durante el establecimiento hasta lograr una buena cobertura. Después de cada pastoreo, se recomienda aplicar 50 kg de N ha⁻¹, e inmediatamente regar.

Es necesario aplicar fósforo una vez por año y estar al tanto de los riegos de germinación ya que la nacencia se viene por tandas y en 15 días se estabiliza la germinación, de ahí la importancia de que los riegos de germinación sean cada 4 ó 5 días y una vez nacido el zacate en la pradera, los riegos se harán cada 10 ó 15 días,

dependiendo de las temperaturas ambientales y tipo de suelo. Para el mantenimiento de la pradera de pasto bermuda se sugiere realizar subsoleo (30 cm) y paso de rastra cada dos años a fin de proporcionar aireación al suelo y mejorar el desarrollo del cultivo. Se pueden utilizar los rodillos aereadores de suelo, con menor daño a las plantas. Cuando el ciclo vegetativo se reduzca por efecto de la estación del año (otoño), la fertilización será menor, ya que la planta no dará respuesta óptima a dosis altas de fertilizante nitrogenado (Feucheter, 2000).

Rendimiento de forraje de Bermuda

La fertilización con nitrógeno afecta el rendimiento y calidad del forraje en pasto bermuda y otros pastos tropicales. En estudio realizados por Johnson *et al.*, (2001), el rendimiento de forraje en materia seca alcanzó un pico máximo con la aplicación de 78 kg de N ha⁻¹ por corte. Se mencionan que el nitrógeno disponible para los microbios del rumen para ser utilizados en la síntesis de proteína microbiana es mayor en los forrajes tropicales conforme aumentan las dosis de fertilización N (Johnson *et al.*, 2001).

Los pastos del género *Cynodon* exhibieron un mayor porcentaje de la fracción A y menos fracción C, que el pasto bahía, lo que sugiere que estos forrajes tienen un mayor porcentaje de N en el forraje en una forma utilizable para los rumiantes. Las disminuciones en la digestibilidad y las fracciones N solubles de gramíneas tropicales durante los meses del verano sugieren que la suplementación puede ser una estrategia adecuada en momentos en que la calidad del forraje puede limitar el desempeño del animal.

Valor nutricional y digestibilidad

Los genotipos de especies forrajeras influyen en el valor nutricional, la digestibilidad de la materia seca (DMS). Un índice excelente del valor nutricional, es una característica hereditaria. En una colección mundial de pastos bermuda cultivada en Tifton, Georgina, la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) a los 35 días de edad, el forraje de más de 500 genotipos tuvo una variación de 20 % (49 – 69 %) en DIVMS (Burton y Monson 1972). En estudios realizados por Feuchter, 2010, encontró valores de DIVMS entre 68 % y 69 % para bermuda cruza I, cruza II y Santo Domingo (Cuadro 4 del Apéndice); así como valores de proteína entre el 14 % y 18 %. En el Cuadro 5 y 6 del Apéndice se puede observar indicadores de la calidad del pasto estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) según su estado fenológico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del sitio experimental

Los experimentos se realizaron en la Unidad Experimental de bovinos de engorda en pradera y corral del Instituto de Ciencias Agrícolas de la UABC, ubicada en el Ejido Nuevo León, Baja California, México (32° 24' 40" N) (115° 11' 46" O). La altitud es de 8.7 msnm, con una temperatura media de 23°C y una precipitación promedio de 75.9 mm (SEFOA, 2015). En la región el verano, de mayo a octubre, es sumamente caluroso con oscilaciones térmicas diurnas y estacionales muy marcadas. Durante el primer periodo (mayo-octubre), la precipitación es de 0-50 mm, la temperatura máxima promedio es de 39 °C, mientras que, para el segundo periodo (noviembre-abril), la precipitación total es de 25 a 50 mm (Estación Delta, SEFOA 2015). Las heladas se presentan en diciembre y enero (Ramírez *et al.*, 2006) y el suelo se caracteriza por ser salino y de textura arcillosa con un pH de 7.65 manto freático superficial (SAG, 1976). El trabajo constó de dos experimentos; El Experimento I se realizó en el ciclo otoño-invierno (OI) de 2013 - 2014 para evaluar el efecto de la semilla de algodón entera (SAE) en el comportamiento productivo de novillos en praderas de pasto ballico italiano (*Lolium multiflorum* Lam.). El Experimento II (Exp II), realizado durante el ciclo perenne (P) en el verano y otoño de 2014, se evaluó la adición de SAE sobre el comportamiento productivo de novillos Holstein en praderas de pasto bermuda común (*Cynodon dactylon* L.). En el año en que se realizaron los dos experimentos se obtuvieron las temperaturas mensuales promedio las cuales fueron tomadas en la estación meteorológica ICA-UABC Ejido Nuevo León del Valle de Mexicali, Baja California (Cuadro 1).

Cuadro 1. Temperaturas mensuales promedio registradas en la estación meteorológica del ICA-UABC Ej. Nuevo León, en el Valle Mexicali, B.C. durante el año 2014.

Variable climática	Meses durante el experimento											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura (°C)												
Media	14.8	16.7	19.4	21.8	25.5	29.8	32.5	31.5	30.03	25.0	17.7	13.6
Máxima	24.3	25.8	28.0	30.4	24.6	39.3	40.4	39.7	38.0	34.7	27.0	20.8
Mínima	6.5	8.2	10.5	12.2	6.56	18.4	24.3	23.2	22.5	16.2	9.4	7.1

Experimento I; *Efecto de la suplementación con SAE en el comportamiento productivo de novillos en praderas de pasto ballico italiano (Lolium multiflorum Lam.) en el Valle de Mexicali Baja California.*

Manejo agronómico general de la pradera

Para el experimento I el pasto ballico italiano tipo tetraploide se estableció en la segunda semana de octubre (ciclo OI) de 2013 con una sembradora de labranza de conservación (Modelo 205-13-2 Cd. Manuel Doblado Gto) por lo que la semilla y el fertilizante fueron aplicados simultáneamente. La densidad de siembra fue de 45 kg ha⁻¹. La dosis de fertilización en pre siembra fue de 60 y 35 kg ha⁻¹ de N y P, respectivamente, utilizando urea como fuente de N y superfosfato[®] mono amónico (11-52) para el P. Después del establecimiento se aplicó un riego de germinación y dos de auxilio. La fertilización durante el desarrollo y utilización de la pradera fue de 70 kg de N ha⁻¹ después de cada pastoreo. El pastoreo se inició en Diciembre de 2013 sin embargo, la evaluación del efecto de la suplementación con SAE se realizó en los últimos 60 días del ciclo de pastoreo durante los meses de marzo y abril, divididos en dos periodos de 30 días. Se utilizó un sistema de pastoreo rotacional en franjas, considerando un rebrote no mayor a 30 días.

Manejo general del ganado

Se utilizaron 18 becerros provenientes de diferentes cruzas de ganado productor de carne comunes en la región, con un peso promedio de 155 ± 35 kg. Los animales recibieron el manejo tradicional que se utiliza en el programa de crecimiento y desarrollo de becerros en praderas de ballico en la región, el cual consiste en aretado de los animales, herrado, castrado, vacunado, implantados y

desparasitado interna y externamente. Los animales recibieron 400 g de SAE para su adaptación por un periodo de diez días antes del inicio del experimento. Se calculó la cantidad total de SAE durante los siete días de la semana requerida por becerro, la cual fue dividida en cinco porciones y suministrada a las 7:00 AM diariamente de lunes a viernes durante 60 días los cuales comprendieron el periodo de pastoreo a evaluar (marzo y abril) en pasto ballico. Al inicio del experimento y cada 30 días, los animales fueron pesados. Con el peso de los becerros registrados mensualmente se ajustó la cantidad de SAE correspondiente a cada tratamiento y periodos de pastoreo.

Descripción de los tratamientos y diseño experimental

Para evaluar el comportamiento productivo de novillos por efecto de niveles de suplementación y periodos de pastoreo los 18 becerros fueron distribuidos en tres tratamientos, los cuales consistieron de tres niveles de suplementación con SAE, 0.0 %, 0.3 % y 0.6 % con base al peso metabólico ($PV^{.75}$) de los becerros (6 becerros por tratamiento) se empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2, la primer fuente de variación dada por los tres niveles de suplementación con SAE y la segunda por los dos periodos de pastoreo, marzo y abril.

Variables medidas en la pradera

Para determinar el rendimiento forraje al inicio de cada periodo de pastoreo se estimó rendimiento total por hectárea mediante muestreo aleatorizado simulando un transecto de 25 m y el corte a ras del suelo de 5 puntos de muestreo por franja ($n = 50$) utilizando un aro de metal de 0.1 m². El forraje fue cortado, secado en una

estufa de aire forzado a una temperatura de 50°C, durante 48 horas; pesado en seco y estimado su rendimiento por hectárea.

Otra variable de fue valor nutricional del forraje y de la SAE expresado como porcentaje de materia seca (MS) proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), así como la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS). Para los análisis correspondientes se emplearon las mismas muestras con las que se determinó rendimiento. Las muestras de forraje y de la SAE fueron secadas en una estufa de aire forzado durante 18 horas para determinar MS, y ser empleadas en los análisis de PC, FDN, FDA y DIVMS. La PC se obtuvo mediante el NIR marca Perten[®], modelo DA 7250. La FND y FDA fueron analizados mediante el procedimiento reportado por Chai y Udin (1998) en el que se omitió el sulfito de sodio para todas las muestras de forraje y SAE. La digestibilidad *in vitro* de la materia seca se realizó mediante la técnica descrita por Tilley y Terry (1963).

Variables medidas en el ganado

Las variables medidas en el ganado fueron consumo voluntario (CV) de forraje por novillos en pastoreo en kg día⁻¹, consumo de materia seca total, kg día⁻¹ (CMST), consumo de materia seca total como porcentaje de peso vivo (CMSTPV), consumo de forraje con base materia seca por unidad de peso metabólico, g d⁻¹. (CFPM) y ganancia diaria de peso (GDP en kg día⁻¹) de los novillos.

Para determinar CV, CMST, CMSTPV, CFPM, se realizó un único muestreo a la mitad de ambos pastoreos (marzo y abril), se seleccionaron tres becerros por tratamiento y a finales de marzo y principio de abril se suministró en el suplemento durante 10 días óxido crómico (Cr₂O₃; 0.3% del consumo diario esperado de MS)

como marcador interno mezclado homogéneamente con la SAE. Durante el suministro de Cr_2O_3 y a partir del día 11 al 14 se recolectaron diariamente por la mañana muestras de heces (200 g aproximadamente) mediante estimulación rectal, las muestras se colocaron en bolsas de plástico, previamente identificadas con el tratamiento y número de animal, se mantuvieron en hielo y almacenaron hasta su análisis a $-15\text{ }^\circ\text{C}$; al finalizar el periodo de recolección las heces se descongelaron a temperatura ambiente y homogeneizaron para tomar una alícuota de aproximadamente 250 g, para desecarla en una estufa de aire forzado a $55\text{ }^\circ\text{C}$ durante 48 horas. Finalmente las muestras se molieron en una licuadora convencional hasta un tamaño de partícula de aproximadamente 1 mm y conservaron en recipientes de plástico para su análisis posterior.

La concentración de Cr_2O_3 en las heces se estimó mediante la técnica descrita por Hill y Anderson. Para estimar el consumo de forraje a partir de la concentración de cromo en las heces se utilizaron las siguientes fórmulas de Fenton y Fenton (1979) y Van Soest (1982):

$$Fi = \frac{Pr}{Ra}$$

Donde Fi es el consumo de forraje, Pr es el marcador obtenido en las heces, producción de heces, g d^{-1} , dividido entre el coeficiente de la digestibilidad aparente, Ra .

$$Ra = \frac{Cxi}{Cxr}$$

Donde R_a es la digestibilidad aparente, C_{xi} , concentración de x en la ingesta, C_{xr} , Concentración de x (Cr_3O_2) en las heces.

Para determinar GDP los becerros fueron pesados al inicio del experimento y cada 30 días.

Diseño de tratamientos y modelo estadístico

Para evaluar las variables medias en el forraje (rendimiento, PC, FDN, FDA...), se utilizó un diseño completamente a azar, con tres repeticiones (cada una de las franjas que pastorearon los becerros). Los tratamientos fueron los dos periodos de pastoreo (marzo y abril). En la variable relacionadas con el ganado; CV y GDP, los tratamientos constaron de los tres niveles de suplementación con SAE (0.0 %, 0.3 % y 0.6 % con base al PV^{0.75} de los becerros) con seis repeticiones por tratamiento para la GDP y tres becerros por tratamiento para el CV como unidades experimentales. Los datos de la variable de comportamiento productivo (GDP) mediada en los becerros fueron analizados mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2 donde el factor uno, es dado por el efecto de los tratamientos y el factor dos, fueron los períodos de pastoreo marzo y abril. Los datos fueron analizados con el programa estadístico SAS 9.1., usando el procedimiento Mixed (SAS, 2002) y como estadístico la prueba de medias de Tukey a un nivel de probabilidad menor a 5% ($P < 0.05$). Los modelos estadísticos se describen a continuación.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde

Y_{ij} = Es la respuesta media en el *i*-ésimo pastoreo y el *j*-ésima franja de pastoreo.

μ = Corresponde al a media general de las variables de respuesta.

T_i = Efecto del *i*-ésimo mes de pastoreo.

E_{ij} = Error experimental anidado a todas las observaciones.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde

Y_{ijk} = es la respuesta medida en el *k*-ésimo novillo del *i*-ésimo periodo de pastoreo y *j*-ésimo nivel de suplementación.

μ = media general de las variables de respuesta.

α_i = efecto del *i*-ésimo periodo de pastoreo.

β_j = efecto del *j*-ésimo nivel de suplementación.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = efecto de la interacción del periodo de pastoreo por nivel suplementación.

E_{ijk} = error experimental anidado en todas las observaciones.

Experimento II; *Efecto de la suplementación con SAE en el comportamiento productivo de novillos en praderas de pasto bermuda Gigante (Cynodon dactylon L.) en el Valle de Mexicali Baja California.*

Manejo general de la pradera y el ganado

La pradera bermuda común contaba con 10 años de establecida aproximadamente, esta fue dividida en ocho franjas de pastoreo, donde pastaron 12

becerros Holstein, 198 kg \pm 33 kg, en un sistema de pastoreo rotacional considerando un periodo de rebrote no mayor a 30 días. Previo al pastoreo se aplicaron tres riegos a la pradera, sin fertilización nitrogenada inicialmente, y durante el desarrollo y la utilización del pasto las franjas pastoreadas recibieron una fertilización nitrogenada con 50 kg de N en forma de urea.

Descripción de los tratamientos y diseño experimental

Para evaluar el efecto de tres niveles de suplementación con SAE sobre el comportamiento productivo de novillos Holstein, los 12 becerros fueron distribuidos en un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2, los tratamientos fueron los mismos que en el Exp. I. (0.0%, 0.3% y 0.6% de suplementación con SAE base PV^{0.75}), el suministro del suplemento se hizo de lunes a viernes considerando la cantidad de los 7 días de la semana, a lo largo de un mes aproximadamente, la cantidad de suplemento se calculó mensualmente con el peso obtenido en cada evento de pesado realizado cada 30 días aproximadamente. El periodo de pastoreo evaluado en la pradera de pasto bermuda fue de 171 días, y comprendió las estaciones de verano y otoño, del 23 de junio al 11 diciembre 2014. En el verano se realizaron cuatro pastoreos (23 de junio al 30 de septiembre), con un periodo total de 99 días y durante el otoño tres pastoreos (30 de septiembre al 11 de diciembre), con un periodo de pastoreo de 72 días.

Variables medidas en la pradera

Las variables evaluadas fueron, rendimiento de forraje, expresado como kg ha⁻¹, valor nutricional, expresado como porcentaje de la materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y

digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS). Esta última fue estimada en el forraje como en la SAE.

Para determinar el rendimiento y el valor nutricional del forraje durante verano y otoño, al inicio de cada pastoreo de las ocho franjas se estimó rendimiento total por hectárea mediante muestreo aleatorizado simulando un transecto de 15 m aproximadamente y el corte a una altura de cinco cm aproximadamente del suelo considerando 10 puntos de muestreo por franja debido a la variabilidad en la pradera ($n = 224$). Las técnicas para determinar los valores de MS, FDN, FDA y DIVMS son las mismas descritas en el experimento uno.

Variables medidas en el ganado

Adicionalmente se evaluó el consumo voluntario (CV) de forraje por los novillos en pastoreo (kg día^{-1}), el consumo total de materia seca (kg día^{-1} , CTMS), consumo total de materia seca como porcentaje de peso vivo (CMSTPV), consumo de forraje por unidad de peso metabólico, g d^{-1} . (CFPM) y ganancia diaria de peso (GDP en kg día^{-1}) de los novillos.

Para obtener las variables medidas en los novillos e indicativas del consumo voluntario (CV, CTMS, CMSTPV, CFPM), se realizaron cuatro muestreos en el transcurso del experimento, dos en cada estación de pastoreo (verano y otoño), donde a la mitad de cada uno de los pastoreos se suministró el Cr_2O_3 durante 10 días en el suplemento como marcador interno. Se aplicó el 0.3 % de Cr_2O_3 de consumo de MS esperado (2.3 % de P.V.), el cual se mezcló homogéneamente con la SAE. El proceso de recolección y análisis para determinar la concentración de

como en las muestras de heces, así como las técnicas y formulas empleadas son idénticas a las descritas en el experimento uno.

Diseño de tratamientos y modelo estadístico

Para evaluar las variables medias en el forraje se utilizó un diseño completamente a azar, donde los tratamientos fueron los periodos de pastoreo, otoño e invierno y las repeticiones cada una de las franjas que pastorearon los becerros. Los datos para las variables medidas en el ganado fueron analizados mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2 donde el factor uno, es dado por el efecto de los tratamientos (0.0 %, 0.3 % y 0.6 % del PV^{0.75} de los becerros) y el factor dos, fueron los períodos de pastoreo durante las estaciones de verano y otoño. Los datos fueron analizados con el programa estadístico SAS 9.1., usando el procedimiento Mixed (SAS, 2002) y como estadístico la prueba de medias de Tukey a un nivel de probabilidad menor a 5% (P<0.05). Los modelos estadísticos completamente al azar y completamente al azar con arreglo factorial se describen a continuación.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde

Y_{ij} = Es la respuesta media en el *i*-ésimo pastoreo y el *j*-ésima franja de pastoreo.

μ = Corresponde al a media general de las variables de respuesta.

T_i = Efecto del *i*-ésimo mes de pastoreo.

E_{ij} = Error experimental anidado a todas las observaciones.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde

Y_{ijk} = es la respuesta medida en el k -ésimo novillo del i -ésimo periodo de pastoreo y j -ésimo nivel de suplementación

μ = media general de la variable de respuesta

α_i = efecto del i -ésimo periodo de pastoreo

β_j = efecto del j -ésimo nivel de suplementación

$(\alpha\beta)_{ij}$ = efecto de la interacción del periodo de pastoreo por Nivel suplementación

E_{ijk} = error experimental anidado en todas las observaciones

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El consumo de la semilla de algodón entera proporcionado a los becerros en pastoreo, tanto en el Exp, I como en Exp, II., fue total en los tres niveles de suplementación. En el Cuadro 2, la diferencia numérica en la cantidad de SAE no obedece a una respuesta aleatoria por efecto de los tratamientos y periodos de pastoreo, si no a las cantidades promedio ofrecidas y consumidas por los becerros según los niveles de suplementación fijados, y, el incremento de la misma a lo largo de los periodos de pastoreo en cada experimento es debido al aumento de peso de los becerros solamente. Este cuadro muestra también la composición química de la semilla de algodón entera.

Experimento I; *Efecto de la suplementación con SAE en el comportamiento productivo de novillos en praderas de pasto ballico italiano (Lolium multiflorum Lam.) en el Valle de Mexicali Baja California.*

Variables medidas en la pradera

Rendimiento de forraje

El Cuadro 3 muestra los resultados de rendimiento de forraje en pasto ballico donde se encontró un efecto significativo ($P = 0.007$) entre periodos de pastoreo durante los meses de marzo y abril. Con valores de rendimiento diferentes ($P = 0.007$). El mes de marzo, presentó un rendimiento de forraje base MS de $4,209 \text{ kg h}^{-1}$ y superior en un 28 %, con respecto al mes de abril, el cual fue de $3,025 \text{ kg h}^{-1}$. El rendimiento de forraje total durante los dos periodos de pastoreo en los 60 días (marzo y abril) en pasto ballico fue de $7,234 \text{ kg h}^{-1}$.

Cuadro 2. Composición química y consumo de semilla de algodón entera (SAE) suplementada a becerros en pastoreo de ballico italiano y bermuda común cv. Gigante en el Valle de Mexicali Baja California.

	Consumo promedio de SAE (kg d ⁻¹)								
	PC	FDN	FDA	DIVMS	Niveles de suplementación (% PV ^{0.75})			Periodos de pastoreo	
					0.0	0.3	0.6	Marzo	Abril
	21.3	56.49	36.38	35.82	-	-	-	-	-
*Experimento, I.	-	-	-	-	0.00	0.51	1.35	0.76	1.11
								Verano	Otoño
**Experimento, II.	-	-	-	-	0.00	0.51	0.92	0.70	0.85

*Efecto de la suplementación con SAE en el comportamiento productivo de novillos en pastoreo de ballico italiano (*Lolium multiflorum* Lam.).

**Efecto de la suplantación con SAE en el comportamiento productivo de novillos en pastoreo de bermuda común (*Cynodon dactylon* Pers.).

Cuadro 3. Rendimiento de forraje de praderas de pasto ballico italiano y bermuda común cv. Gigante en el Valle de Mexicali, Baja California.

Variables de interés	Rendimiento de forraje (kg ha ⁻¹)		
	Periodos de pastoreo		EE
<i>Experimento, I. Efecto de la suplementación con SAE en el comportamiento Productivo de novillos en praderas de ballico italiano (Lolium multiflorum Lam.). el Valle de Mexicali B.C</i>	Marzo	Abril	
Ballico italiano	4,209 ^a	3,025 ^b	425.0
<i>Experimento II; Efecto de la suplementación con SAE en el comportamiento productivo de novillos en praderas de pasto bermuda Gigante (Cynodon dactylon L.) en el Valle de Mexicali Baja California.</i>	Otoño	Invierno	
Bermuda común	3,112 ^a	1,461 ^b	209.5

Literales diferentes entre hileras indican diferencia significativa, a un nivel de P < 0.05

Valor nutricional

El valor nutricional del forraje muestra una diferencia significativa entre meses ($P < 0.01$) en sus valores de PC, con valores de 10 % durante el mes de marzo y 8 % en abril. Este resultado puede haberse debido a una menor proporción de hojas o a la dilución de la PC de la planta al incrementarse el contenido de carbohidratos estructurales a medida que avanza el desarrollo fenológico (Zhang *et al.*, 1995).

Los valores de fibra detergente neutro (FDN) no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0.05$) entre meses. En el mes de marzo, el valor obtenido fue de 47 %, El resultado obtenido en el mes de abril para este nutriente fue de 50 %. Aunque, estos valores de FDN son iguales entre los meses de marzo y abril, éstos están por arriba de nivel deseado para becerros en crecimiento, ya que, el nivel óptimo para una ganancia media varía entre 30 y 40 % de FDN de la MS (Barnes *et al.*, 1995). La fibra detergente ácido (FDA) así como la digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS), no mostraron efecto significativo ($P = 0.127$) durante los meses de marzo y abril. Sin embargo, la DIVMS tiende a disminuir durante el mes de abril (Cuadro 4).

Cuadro 4. Valor nutricional y digestibilidad *in vitro* del forraje en praderas de pastos ballico italiano y bermuda común cv. Gigante en el Valle de Mexicali, Baja California.

Composición química (%)	Ballico italiano			Bermuda Gigante		
	Marzo	Abril	EE	Verano	Otoño	EE
Proteína cruda (PC)	10.41 ^a	8.38 ^b	0.7	10.26 ^a	7.36 ^b	1.15
Fibra detergente neutro (FDN)	47.41 ^a	50.58 ^a	2.9	56.95 ^a	56.45 ^a	1.22
Fibra detergente ácido (FDA)	29.83 ^a	30.81 ^a	1.8	19.87 ^a	19.54 ^a	0.56
Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca (DIVMS)	72.93 ^a	68.39 ^a	3.14	53.34 ^a	52.13 ^a	2.24

Literales diferentes entre hileras indican diferencia significativa, a un nivel de $P < 0.05$.

Variables medidas en el ganado

Consumo voluntario

Los niveles de suplementación tuvieron un efecto significativo sobre el consumo voluntario (CV) de forraje base MS por novillos en pastoreo en ballico italiano ($P < 0.01$).

En el Cuadro 5, se muestran las variables, donde el CV de forraje fue diferente ($P < 0.016$). Los tratamientos con niveles de 0.3 % y 0.6 % de SAE fueron iguales, con valores de 8.300 Kg y 8.000 kg día⁻¹ respectivamente.

Con el tratamiento sin SAE se obtuvo el menor CV (5.000 kg día⁻¹) de forraje. El nivel de suplementación de 0.3 % de SAE mostro un CV de forraje superior, en un 42 %, con respecto al testigo.

El consumo de materia seca total (CMST) por bovinos en pastoreo, suplementados con SAE, mostro un efecto significativo ($P < 0.01$). En el Cuadro 4, se indica que el tratamiento con el nivel de suplementación 0.6 % de SAE, fue superior ($P = 0.003$) a los demás niveles (9.900 kg día⁻¹), siendo el testigo (sin SAE), el que mostro el menor CMST (4.866 kg día⁻¹) por novillos en pastoreo de ballico italiano.

En el consumo de materia seca total como porcentaje de peso vivo animal (CMSTPV), mostro un efecto entre tratamientos ($P < 0.05$), donde el nivel de suplementación con 0.3 % de SAE fue superior (3.777 kg día⁻¹) al nivel 0.6 % (3.320 kg día⁻¹) y superiores al testigo. El tratamiento 2 (0.3 % de SAE), es 50 % superior al testigo (Cuadro 5). De igual forma, en el consumo de forraje base

materia seca por unidad de peso metabólico (CFPM) en g d^{-1} , por novillo, el efecto de la SAE, mostro diferencia ($P=0.038$) entre niveles de suplementación. El tratamiento que mostro el mayor CFPM fue el del nivel 0.3 % de SAE (138 g), este valor indica un CFPM 45 % superior al testigo. El nivel de suplementación con 0.6 % de SAE fue diferente (112 g) y superior al testigo (76 g) (Cuadro 4).

Ganancia diaria de peso

En la variable ganancia diaria de peso (GDP) promedio, se observa un efecto significativo entre tratamientos ($P=0.034$). Los niveles de la SAE, debido a su balance nutricional incrementaron la GDP de novillos en pastoreo de pasto ballico, durante el periodo de pastoreo (60 días). El nivel que mostro la mayor GDP fue el de 0.3 % de SAE, con un valor de 1.13 kg., mientras que con el testigo se obtuvo un valor de 0.78 kg. Con el nivel 0.3 % de SAE se alcanzó un incremento de 31 % con relación al testigo (Cuadro 6). Esta respuesta quizás se debió al aumento de las temperaturas a lo largo del periodo de pastoreo durante los meses de marzo y abril (Cuadro 1), las cuales interactuaron con el rendimiento de forraje (Cuadro 3) y con el avance de la madurez del pasto al causar la disminución de la calidad del forraje (Cheeke, 2005), en el contenido de proteína (Cuadro 4).

La respuesta entre los meses de marzo y abril en la GDP mostro un efecto significativo ($P<0.01$). En el mes de marzo, el comportamiento animal de los novillos en pastoreo fue mayor con una GDP de 1.5 kg ($P= 0.001$). Mientras que, durante el mes de abril, presento una menor GDP con un valor de 0.480 kg (Cuadro 6).

La respuesta durante el mes de marzo representa un incremento de 68% comparado con el mes de abril. Esto, debido probablemente a una reducción del rendimiento de forraje y al incremento en la madurez del forraje causados por el incremento en las altas temperaturas presentes durante el mes de abril (Cuadro 1), provocando una disminución en el valor nutricional ya que el contenido de PC fue menor en este mes (Cuadro 4).

Cuadro 5. Efecto de la suplementación con semilla de algodón entera sobre el consumo voluntario de forraje por novillos en pastoreo de ballico italiano en el Valle de Mexicali, Baja California.

Variables de respuesta	Niveles de suplementación %			EE
	PV ^{0.75}			
	0.0	0.3	0.6	
Consumo voluntario por novillo en pastoreo (CV), kg día ⁻¹ .	4.90 ^b	8.33 ^a	8 ^a	1.41
Consumo de materia seca total (CMST). kg día ⁻¹ .	4.90 ^b	8.90 ^a	9.90 ^a	1.41
Consumo de materia seca total como porcentaje de peso vivo (CMSTPV).	1.90 ^b	3.80 ^a	3.30 ^{ab}	0.82
Consumo de forraje, base materia seca por unidad de peso metabólico, (CFPM), g d ⁻¹ .	76 ^b	138 ^a	112 ^{ab}	27.71

Literales diferentes entre hileras indican diferencia significativa, a un nivel de P < 0.05

Cuadro. 6 Ganancia diaria de peso de novillos en praderas de ballico italiano y bermuda común cv. Gigante en el Valle de Mexicali B.C.

Variables de interés	Ganancia diaria de peso (kg día ⁻¹)						
	Suplementación con SAE (% PV ^{0.75})			EE	Periodos de pastoreo		EE
	0.0	0.3	0.6		Marzo	Abril	
Experimento I	-	-	-	0.17	1.49 ^a	0.48 ^b	0.11
	0.78 ^b	1.13 ^a	1.05 ^{ab}				
Experimento II	-	-	-		Verano	Otoño	
	0.63 ^a	0.64 ^a	0.60 ^a		0.46 ^b	0.78 ^a	0.74

Literales diferentes entre hileras indican diferencia significativa, a un nivel de P < 0.05

Experimento II; *Efecto de la suplementación con SAE en el comportamiento productivo de novillos en praderas de pasto bermuda Gigante (Cynodon dactylon L.) en el Valle de Mexicali Baja California.*

Variables medidas en la paradera

Rendimiento de forraje

En este experimento se encontró que hay diferencia estadística para la variable rendimiento de forraje entre las estaciones de verano y otoño ($P < 0.05$). En el Cuadro 3, se indica que durante la estación de verano se obtuvo un mayor rendimiento de forraje con valores de $(3,112 \text{ kg h}^{-1}$, versus $1,471 \text{ kg h}^{-1}$, en el otoño). El rendimiento de forraje en el verano fue superior en un 53.03 % al obtenido en otoño (Cuadro 3). Se observa una respuesta similar en el rendimiento de forraje en alfalfa y bermuda (Cassida *et al.*, 2006) en vaquillas de sobre año en pastoreo, indicando que el rendimiento de forraje, en la primavera fue mayor para la alfalfa que para la bermuda, pero la inactividad del verano de la alfalfa resultó en una ventaja en la producción de forraje durante el verano para la bermuda. La bermuda proporciona un mayor periodo de pastoreo (115-168 d vs. 66-156 d en alfalfa ($P < .01$), más días-animal en pastoreo (1040-1452 vs. 594 -1221 días ($P < .01$) y menor número de interrupciones de pastoreo que la alfalfa.

Valor nutricional

La composición química y la DIVMS de pasto bermuda fue similar ($P > 0.05$) durante las estaciones tanto del verano como el otoño, para MS, FDN, FDA y DIVMS mientras que de la PC en la cual se encontró una significancia estadística ($P = 0.003$) presentando un mayor concentración de PC en verano con valores de

11 % vs. 7 % en otoño. De acuerdo con Mis Levy y Evertt (1981) indican que el contenido de PC del forraje de 16 especies de pastos tropicales de los géneros *Cynodon*, *Digitaria*, *Paspalum* y *Brachiaria* cultivados con y sin riego y dos alturas de corte en el sur de Florida, fueron mayores para todos las especies durante la estación de invierno, que durante el verano. Mientras que, la FDN fue igual ($P>0.05$) entre las estaciones. Estas concentraciones de FDN fueron de 57 % en verano en comparación con 56 % en otoño.

La FDA tampoco mostro diferencias entre estaciones de pastoreo. Según Waldo (1986), indica que la FDN es el mejor predictor químico único de consumo voluntario de la materia seca por rumiantes. Así mismo, la digestibilidad in vitro de la materia seca en este estudio no mostró diferencia ($P>0.05$) entre las estaciones de verano y otoño (Cuadro 4). Estos valores de DIVMS (53 % y 52 % para verano y otoño respectivamente), fueron inferiores a los reportados en cultivares de bermuda por Eichhorn *et al.* (1983), el que mostro el mayor promedio durante siete años de estudio, fue el bermuda Coastcross-1 (58.3 %), y fue superior a los bermudas de la Costa y Común (54.7 y 54.8 %, respectivamente), pero el bermuda Alicia tenía la DIVMS más bajo (52 %, igual al valor en otoño de nuestro estudio).

Variables medidas en el ganado

Consumo voluntario

Como se observa en el Cuadro 7, el consumo voluntario (CV) de forraje (kg día^{-1}) en praderas de bermuda Gigante, no hay diferencia significativa por efecto de los tratamientos ($P>0.05$) pero si entre periodo de pastoreo ($P=0.001$) durante

las estaciones de verano y otoño. Como se muestra en el Cuadro 5, el CV es estadísticamente igual ($P=0.08$) al suplementar con 0.3 % de SAE así como con el nivel 0.6 % o sin suplemento (0.0 % de SAE), no obstante, se observa una tendencia numérica al disminuir el CV al suplementar con 0.6 % de SAE, lo cual es congruente con la menor GDP obtenida con este nivel (Cuadro 2). En otoño se obtuvo 49 % más de CV ($P < 0.05$) con 6.32 kg d^{-1} vs 3.21 kg d^{-1} en verano.

También se observa que el consumo de materia seca total (CMST). Kg día^{-1} , entre tratamientos es igual ($P > 0.05$) sin embargo es diferente entre periodos de pastoreo ($P=0.001$). Numéricamente el mayor CMST se obtuvo con el nivel 0.3 % de suplementación con SAE, este superior en un 11 % al testigo. Durante el otoño hubo un mayor CMST (7.17 kg d^{-1}), esto es 47 % más respecto al verano.

El consumo de materia seca total como porcentaje de peso vivo (CMSTPV) es igual entre tratamientos ($P > 0.05$), sin embargo es diferente ($P=0.001$) entre estaciones (verano y otoño). El CMSTPV más adecuado a lo recomendado para bovinos, se obtuvo con el nivel de suplementación 0.3 % con SAE, a pesar de que es igual estadísticamente ($P=0.496$) respecto al nivel 0.6 % y 0.0 %. También se puede notar (Cuadro 7) que durante el otoño hay un mayor CMSTPV (2.91 %) diferente ($P=0.001$) y superior en 62 % al CMSTPV que se registró durante el verano.

En el consumo de forraje, por unidad de peso metabólico, (CFPM), g d^{-1} , de igual forma no diferencia estadística por efecto de los tratamientos ($P > 0.05$). No obstante continua la tendencia de encontrarse diferencia estadística por efecto de

los periodos de pastoreo ($P < 0.05$). Se encontró (Cuadro 7) que no suplementar y el suplementar con el nivel 0.3 % y 0.6 % de SAE es igual ($P = 0.084$). Sin embargo, numéricamente con el testigo se obtuvo un CFPM de 89.97 g d^{-1} esto es 26.3 % más en comparación con lo obtenido con el nivel 0.6 % (66.30 g d^{-1}). Por otra parte seguimos observando una propensión en todas las variables de consumo voluntario en este experimento, ya que nuevamente durante el otoño hay mayor CFPM (101.81 g d^{-1}) a diferencia ($P = 0.004$) del verano (62.24 g d^{-1}).

Ganancia diaria de peso

En la variable ganancia diaria de peso (GDP) promedio, no se mostró diferencia debido a los niveles de suplementación con SAE ($P > 0.05$). Se observa que los niveles de suplementación con SEA no mejoraron la GDP durante las estaciones de verano y otoño. También se encontró que, el nivel 0.6 % de suplementación con SEA, muestra la menor GDP numéricamente (Cuadro 6). Éstos resultados pueden atribuirse posiblemente a un efecto del factor anti nutricional de los becerros, al efecto toxico del gosipol, a las características físicas y fisiológicas del tracto digestivo de los rumiantes jóvenes (becerros) (Discutir con referencias bibliográficas).

En cuanto a la GDP por periodos de pastoreo (verano, otoño) hay una diferencia ($P = 0.003$). Se nota que durante el otoño la GDP es mayor en un 31.7 % comparada con el verano, a pesar de que existió un menor rendimiento de forraje y contenido de PC durante el otoño (Cuadro 3 y Cuadro 4, respectivamente).

Cuadro 7. Efecto de la suplementación con semilla de algodón entera sobre el consumo voluntario de forraje por novillos en pastoreo de bermuda común cv. Gigante en el Valle de Mexicali, B. C.

Variables de respuesta	Niveles de suplementación			Periodos de pastoreo			
	% PV ^{0.75}			EE	Verano		EE
	0.0	0.3	0.6		Verano	Otoño	
Consumo voluntario, por novillo en pastoreo (CV), kg día ⁻¹ .	5.34 ^a	5.23 ^a	3.73 ^a	0.65	3.21 ^b	6.32 ^a	0.64
Consumo de materia seca total (CMST). kg día ⁻¹ .	5.34 ^a	6.00 ^a	5.00 ^a	0.67	3.80 ^b	7.17 ^a	0.66
Consumo de materia seca total como porcentaje de peso vivo (CMSTPV).	2.32 ^a	2.65 ^a	2.39 ^a	0.25	1.10 ^b	2.91 ^a	0.25
Consumo de forraje, por unidad de peso metabólico, (CFPM), g d ⁻¹ .	89.97 ^a	89.83 ^a	66.30 ^a	9.94	62.24 ^b	101.81 ^a	9.81

Literales diferentes entre hileras indican diferencia significativa, a un nivel de P<0.5

Sin embargo, las temperaturas máximas promedio durante el otoño vs. el verano fueron más favorables, al empezar a descender a través de la estación, con valores de 38, 34 y 27 °C, para los meses de septiembre, octubre y noviembre, respectivamente (Cuadro 1), con una mayor GDP (0.76 kg d⁻¹) mostrada en otoño. La GDP reportada por Cassida *et al.* (2006), de 462 vs. 319 g d⁻¹, (P <.05) tanto en alfalfa como bermuda, respectivamente, fue inferior a la obtenida en este estudio con 460 g d⁻¹ en verano (Cuadro 2). El peso vivo total de 664 vs. 447 kg ha⁻¹, (P <.05) también fueron mayores para la alfalfa que la bermuda en el segundo año, y en los dos años de estudio, las vaquillas en pastoreo de alfalfa obtuvieron la misma ganancia de peso en menos tiempo que las vaquillas apacentadas en bermuda (Cassida *et al.*, 2006).

Las altas temperaturas durante los meses de verano (Cuadro 1), y el tipo de raza de los becerros (Holstein) apacentados en bermuda, los cuales son más susceptible, que los becerros de otras razas de ganado productor de carne a las temperatura altas del Valle de Mexicali, y probablemente al contenido de gosispol ocasionaron la baja GDP obtenidas en este estudio durante el verano.

La GDP obtenida en otoño en Exp II, de 780 g fue superior a resultados por novillos apacentados en bermuda común sin fertilizar en un periodo de 215 días y durante tres años con una GDP de 400 g y una producción promedio de 112 kg ha⁻¹ de carne. Mientras que, en pasto carpeta, esta fue de 200 g con sólo 74 kg ha⁻¹. Según Johnson *et al.*, (2001) respecto, a las disminuciones en la digestibilidad y fracciones de N soluble de gramíneas tropicales durante los meses de verano sugieren que la suplementación puede ser una estrategia adecuada en momentos

en que la calidad del forraje puede limitar el comportamiento animal. Mientras que, Fresnillo y Concha, 1993 evaluaron el aumento de peso de novillonas en pastoreo, con la aplicación de Lasalocid en una región tropical y reportan una GDP de 580 g en bermuda estrella de África la cual fue mayor a la que se obtuvo en bermuda común en verano (460 g) y menor a la de otoño (780).

CONCLUSIONES

Con base a las condiciones experimentales en que se realizó este estudio, en el Exp I, suplementar con 0.3 % de SAE aumenta la GDP y el CV de novillos en ballico italiano. Durante el mes de marzo la GDP incrementó, también durante el periodo de marzo el rendimiento forrajero de ballico italiano aumentó, asimismo la PC es mayor.

En el Exp II, los niveles de suplementación con SAE utilizados en este estudio no mejoran el comportamiento productivo de novillos Holstein apacentados en bermuda común. El nivel de suplementación de 0.6 % tiende a disminuir el CV y la GDP. De acuerdo con las estaciones, durante el otoño los novillos Holstein mostraron un mejor comportamiento productivo al incrementar el CV y la GDP, a pesar de que en la estación de verano el rendimiento de forraje y PC de bermuda aumenta.

Se requiere más investigación con menores niveles de suplementación con SEA en bovinos en pastoreo y/o corral ya que, la SEA es un ingrediente que pueden ser utilizado por novillos en crecimiento en las zonas productoras de cultivo de algodón.

LITERATURA CITADA

- Alanís, R. A. J. 1981. Ensayo comparativo de la producción de forraje verde, MS, PC, y TNDT, en 16 variedades de pasto Ryegrass (*Lolium perenne* L., *Lolium multiflorum* L.). Tesis profesional, CNEIEZ. México D. F. 155 p.
- Allden, W.G. 1981. Energy and protein supplements for grazing livestock. In: F.H. W. Morley (ED.) *Grazing Ruminants*. Pp 289-307. Elsevier Scientific Publishing Co. Amsterdam.
- Allen S. Michael. 1996. Physical Constraints on Voluntary Intake of Forages by Ruminants. *J. Anim. Sci.* 74:3063-3075.
- Appenddini, Mario. 1972. Adaptación de los animales de granja. Editorial Herrero, S.A. México. P. 563.
- Arieli, A. 1998. Whole cottonseed in dairy cattle feeding: A review. *Anim. Feed Sci. Tech.* 72:97-110.
- Association of Official Analytical Chemists. 1975. Official methods of analysis. 12 ed. Washington, DC.
- Balasko, J. A., G.W. Evers, and R.W. Duell. 1995. Bluegrasses, ryegrasses and bentgrasses. In: Barnes *et al.* 1995. *An introduction to grassland agriculture*. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.
- Bravo, E. A. B y E. Arroyo C. 1991. Evaluación de la asociación del ballico anual (*Lolium multiflorum* L.) con dos leguminosas de invierno para la producción

- de forraje. Tesis profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 77 p.
- Burton, G. W. 1972. Registration of Coastcross-1 bermudagrass. *Crop Sci.* 12:125.
- Burton, G. W. and W. G. Monson. 1972. Inheritance of dry matter digestibility in bermudagrass, *Cynodon dactylon* (L.) Pers. *Crop Sci.* 12:375-78.
- Burton, G. W., and W. G. Monson. 1984. Registration of Tifton 68 bermudagrass. *Crop Sci.* 24:1211.
- Burton, G. W., R. N. Gates, and G. M. Hill. 1993. Registration of Tifton 85 bermudagrass. *Crop Sci.* 33:644-45.
- Burton, G., J. Jackson, and F. Knox. 1959. The influence of light reduction upon the production persistence and chemical composition of coastal Bermudagrass, *Cynodon dactylon*. *Agronomy Journal* 51: 537-542.
- Burton, G.W. 1995. Bermudagrass. In: Barnes et.al 1995. *An Introduction to Grassland Agriculture*. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.
- Cadena, L. J. y S. I. Mendoza P. 2001. Evaluación de tres variedades de ballico anual (*Lolium multiflorum* L.) en un sistema de producción de leche en pastoreo e Chapingo México. Tesis profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 61 p.
- Calderón-Mendoza D. 2014. Producción y conservación forrajera. Baja California, México: curso de licenciatura, Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California.

- Cantú, B. J. E. 1989. Apuntes de cultivos forrajeros. Departamento de Fitomejoramiento. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. 168 p.
- Cassida, K. A., C. B. Stewart, V. A. Haby, and S. A. Gunter. 2006. Alfalfa as an alternative to bermudagrass for pastured stocker cattle systems in the southern USA. *Agronomy Journal* 98:705-713.
- Caton, J. S. and D. V. Dhuyvetter. 1997. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses. *J. Anim. Sci.* 75:533-542.
- Chávez Silva, A. H. 2008. Rancho Experimental La Campana 50 Años de Investigación y Transferencia de Tecnología en Pastizales y Producción Animal. INIFAP. Libro Técnico No. 2. Chihuahua, Mex.
- Chávez Silva, A.H., E. Gonzalez, y L. C. Fierro. 1981. Intensificación en la utilización de praderas de rye grass anual (*Lolium multiflorum*) para la producción de carne. Vol. Pastizales. Vol XII. No. 4. RELC. INIP-SARH.
- Cheeke, P.R. 2005. *Applied Animal Nutrition. Feeds and Feeding.* Pearson Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey. 07458.
- Church, D. C. 1988. *The Ruminant Animal. Physiology and Nutrition.* 1st Ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Coppock, C. E., J. K. Lanham, and J. L Horner. 1987. A review of the nutritive value and utilization of whole cottonseed, cottonseed meal and associated by-products for dairy cattle. *Anim. Feed Sci. Tech.* 182:89-129.

- DelCurto, T., B. W. Hess, J. E. Huston, and K. C. Olson. 1999. Optimum supplementation strategies for beef cattle consuming low-quality roughages in the western United States. Proceedings of the American Society of Animal Science.
- Delgado, E. I. 1985. El raygrass westerwold. Folleto de divulgación. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Número 9/83 HD. Zaragoza, España. 15 p.
- Denison, R. F. and H. D. Perry. 1990. Seasonal growth rate patterns for orchardgrass and tall fescue on the Appalachian Plateau. Agron. J. 82:869-873.
- Díaz, F. R y Gracia, A. 2014. Uso de granos de destilería en la alimentación de ganado lechero obtenidos de diferentes cereales. Dairy Science Department. Universidad de Dakota del Sur. Estados Unidos.
- Domínguez, B. J.F.: Productividad y rentabilidad en la producción de carne con novillos Cebú utilizando bloques nutricionales y Zeranol bajo pastoreo intensivo en el trópico húmedo. Tesis de Licenciatura. Fac. Med. Vet y Zoot. UNAM. México, D.F. 2000.
- Ehlig, C.F., and R. W. Hagemann. 1982. Nitrogen management for irrigated annual ryegrass in southwestern United States. Agron. J. 74:820-23.
- Ellis, W. C. and H. Lippke. 1976. Nutritional values of forages. In EC Holt (ed.), Grasses and Legumes in Texas-Development, Production, and Utilization, Tex. Agric. Exp. Stn. RM-6C, 26-66.

- Ensminger, M.E. y C.G. Olentine. 1983. Alimentos y nutrición de los animales. Librería El Ateneo Editorial. P682.
- Evers, G. W., L. R. Nelson., J. L. Gabrysch, and J. M. Moran. 1992_a. Ryegrass establishment in east Texas. In Forage Research in Texas- 1992, Tex. Agric. Exp. Stn. PR-5029, 41-42.
- Farías, F. J. M., H. M. Quiroga G., R. A. Martínez P. y H. Salinas G. 1983. Ballico anual; alternativa invernal para producir forraje en la Comarca Lagunera. Folleto 7. SARH-INIA-CIAN. México. 9 p.
- Fenton, T. W. and M. Fenton. An improved procedure for the determination of chromic oxide in feed and feces. Can. J. Anim. Sci., v.59, p.631- 634, 1979.
- Feuchter, A. F. R. 2000. Manual de transferencia tecnológica para adoptar la metodología del establecimiento y manejo agropecuario, biotecnología, propagación y uso sustentable de una pradera de zacate bermuda *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Universidad Autónoma Chapingo. Centro Regional Universitario del Noroeste. Obregón Sonora, México.
- Fresnillo O y L.J. Concha. 1993. Efecto del Lasoligid en los aumentos de peso de novillos en pasto de estrella africana (*Cynodon plectostachyus* Pilger). XXII Informe de Investigación 1989-1990. ITESM. Monterrey N. L. México.
- Gallegos, O. L. 1988. Evaluación de la asociación gramínea (*Lolium multiflorum* L.) leguminosa (*Vicia sativa*), para la producción de forraje invernal con diferentes proporciones de semilla en el valle de México. Tesis profesional.

Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 48 p.

Gonzalez, M.A., M. A. Hussey, and B.E. Conrad. 1990. Plant Height, disk, and capacitance meters used to estimate bermudagrass herbage mass. *Agron. J.* 82:861-864.

Goic, M. L. 1999. Engorda de novillos Holstein. Instituto de Investigaciones Agropecuarias-INIA. Valdivia. Chile. no. 28

Green, B. B., M. M. Eichhorn, W. M. Oliver, B. D. Nelson, and W.A. Young. 1990. Comparison of four hybrid bermudagrass cultivars for stocker steer performance. *J. Prod. Agric.* 3:253-255.

Grigsby, K.N., F.M. Rouquette, Jr., W.C. Ellis, and D.P. Hutcheson. 1989. Self-limiting protein supplements for calves grazing Bermuda pastures. *J. Prod. Agric.*, Vol. 2, no. 3, 222-227.

Guerrero, J. N., B. E. Conrad, E. C. Holt, and H. WU. 1984. Prediction of animal performance on bermudagrass pastures from available forage. *Agron. J.* 76:577-580.

Hannaway D., Fransen S., Cropper J., Teel M., Chaney M., Griggs T., Halse R., Hart J., Cheeke P., Hansen D., Klinger R., and Lane W. 1999. Annual Ryegrass. Publication Oregon State University. PNW 501.

Harlan, J. R., J. M.J. de Wet, and K. M. Raawal. 1970. Geographic distribution of the species of *Cynodon* L.C. Rich. *East Afr. Agric. For. J.* 230-36.

- Harlan, J.R., G.W. Burton, and W. C. Elder. 1954. Midland bermudagrass: A new variety for Oklahoma pastures. Bull. No. 416. Oklahoma Agric. Exp. Sta., Stillwater.
- Hill, G. M., R. N. Gates, J.W. West, and P.R. Utley. 1997b. Steer intake and digestibility of Coastal, Tifton 78 and Tifton 85 hays harvested at two stages of maturity. In: Prod. Am. Forage and Grassland Council annu. Mtg. vol. 6 pp 197-201.
- Hill, G.M., R.N. Gates and G.W. Burton. 1993. Forage quality and grazing steer performance from Tifton 85 and Tifton 78 bermudagrass pastures. J. Anim. Sci. 71:3219-3225.
- Hill, G.M., R.N. Gates and J.W. West. 2001. Advanced in bermudagrass research involving new cultivars for beef and dairy production. J. Anim. Sci. 79:E48-E58.
- Holmberg, C. A., L. D. Weaver, W. M. Guterbock, J. Genes, and P. Montgomery. 1988. Pathological and toxicological studies of calves fed a high concentration cotton seed meal diet. Vet. Pathol. 25:147-153.
- Huerta B. M. 1997. Nutrición mineral de rumiantes en pastoreo. en: Mem. del Curso Alternativas de Manejo en Bovinos para Carne en Pastoreo. p. 19-72. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México

- Huerta B. M. 2010. Alimentación y suplementación mineral. Universidad Autónoma de Chapingo. 1 er. Simposium de Salud y Producción de Bovinos de Carne en la Zona Norte-Centro de México. En el Marco de La Feria de San Marcos Aguascalientes.
- Johnson C. R., B. A. Reiling, P. Mislevy, and M. B. Hall. 2001. Effects of nitrogen fertilization and harvest date on yield, digestibility, fiber, and protein fractions of tropical grasses. *J. Anim. Sci.* 2001. 79:2439–2448.
- Joshua C. McCann, T. A. Wickersham and J. J. Looor. 2014. High-Through put Methods Redefine the Rumen Microbiome and Its Relationship with Nutrition and Metabolism. Published on line June 8, 2014. doi: 10.4137/BBI. S15389.
- Keele J. W, R. E. Roffler and Beyers K. Z. 1989. Ruminant metabolism in nonlactating cows feed whole cottonseed and extruded soy bean. *J. Anim. Sci.* 1989. 67:1612-1622.
- La Rue, P. C., D. A. Knabe, and T. D. Tanksley, Jr. 1985. Commercially processed glandles cottonseed meal for starter, grower and finisher pigs. *J. Anim Sci.* 60:495-502.
- Labrada, R. Casely, J. y Parker, C. 1996. Manejo de malezas para países en desarrollo; Roma, Italia FAO. p. 204.
- Lawton S. 2010. Using cotton bye products in beef cattle diets. Extension Animal Scientist — Beef Cattle. Corporation extension. Universidad of Georgia.

- López, L. L. y P. Peñaloza E. 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.
- Mandedvu P., J. W. West, G. M. Hill, R. N. Gates, R. D. Hatfield, B. G. Mullunix, A. H. Parks, and A. B. Caudle. 1999a. Comparison of Tifton 85 and Coastal bermudagrasses for yield, nutrients traits, intake, and digestion by growing beef steers. *J. Anim. Sci.* 77:1572-1586.
- McBee, G., and Holt, E. 1966. Shade tolerance studies on Bermudagrass and other turfgrasses. *Agronomy Journal* 58:523-525.
- Mendieta-Araica, B. Sporndly, R. Reyes-Sanchez, N and Sporndly, E. 2011. Moringa (*Moringa oleifera*) leaf meal as a source of protein in locally produced concentrates for dairy cows feed low protein diets in tropical areas. *Livestock Science* 137 (10-17).
- Mertens, D. R. Predicting intake and digestibilities using mathematical models of ruminal function. *J. Anim. Sci.* 64:1548.
- Mertens, D. R. Regulation of forage intake. In G. C. Fahey, Jr., M. Collins D. R. Mertens and L. E. Moser (ed.) Forage, Quality, Evaluation, and utilization. American Society of Agronomy, Crop Science Society of American, Soil Science Society of America. Madison. W. I.

- Mertens, D.R. Analysis of fiber in feeds and its use in feed evaluation and ration formulation. In: Simposio Internacional de Rumiantes, 1992, Lavras Anais..., Lavras: SBZ, 1992. p,1-33.
- Minson, Dennis J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, Inc., NY.
- Mislevy P. and P.H. Everett. 1981. Subtropical grass species response to different irrigation and harvest regimes. Agron.J. Volum 73, Number 4, 601-604.
- Moore J. A., R. S. Swingle and W. H. Hale 1989. Effects of whole cottonseed, cottonseed oil or animal fat on digestibility of wheat straw diets by steers. J. Anim. Sci. 63:1267-1273.
- Nelson, L. R., S. L. Ward, and G. W. Evers. 1992. Germination response of annual ryegrass annual lines to alternating temperatures. In Am. Soc. Agron. Abstr.
- NRC. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th Rev. Ed. National Academy Press, Washington, D. C.
- NRC. 2000. Nutrient Requirements for Beef Cattle. 7th Rev. Ed. Nat. Acad. Press, Washington, D C.
- Núñez, H. G., J. Espinoza C., H. Salinas G., J. M. Gutiérrez C., G. Medina G. y R. Dovel. 2000. Guía de manejo de praderas de gramíneas de clima templado en México. INIFAP. P 33
- Pérez B. Ma. T. y Ordaz S. J. C. 1996. Caracterización Socioeconómica del Sistema de Cría de Becerros en Balleza, Chihuahua. Tesis. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

- Pordomingo, A. J., A. Romero N., B. Pordomingo A. y L. Volpi G. 2004 Evaluación de la producción y la composición nutritiva de ryegrass anual asociado con trébol balansae en la región este de la Pampa. EEA INTA Anguil. Provincia de la Pampa. Rev. Arg. Prod. Anim. 55-63. Argentina.
- Pordomingo, A. J., J. D. Wallace, A. S. Freeman, and M. L Galyean. 1991. Supplemental corn grain for steers grazing native rangeland during summer. J. Anim. Sci. 69:1678-1687.
- Puls, R. 1994. Mineral Levels in Animal Health: Diagnostic Data. Sherpa Int. Clearbrook, BC.
- Fundación Produce Baja California. 2013. Agenda de innovación tecnológica del estado de Baja California.
- Risco, A. C., C. A. Holmberg and A. Kutches. 1992. Effect of graded concentrations of gossypol on calf perendimiento de forrajeormance: Toxicological and pathological considerations. J. Dairy Sci. 75:2787-2798.
- Rubio, M. D. y R. A. Martínez P. 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-INIA. SAG. Comarca Lagunera, México. Pp. 93-106.
- Rubio-Arias, H. O., Reyes-López, G., Chávez-Silva, A. 1993. Establecimiento y manejo de praderas de rye grass bajo riego en los valles centrales de Chihuahua. INIFAP. Centro Nacional de Investigaciones del Norte. Campo

experimental “La Campana”. Chihuahua, Chih. México. Folleto para productores No. 1. Agos.

S.A.G. 1976 Guía Para la Asistencia Técnica Agrícola. Área de Influencia del Campo Agrícola Experimental, Valle de Mexicali. Ed. SAG. México D. F.

Sánchez-Munguía Alberto. 2002. Geografía agrícola de Baja California. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, Baja California.

SAS, 2002. SAS User's Guide: Statistics. Ver. 9.0. Cary, North Carolina, USA. SAS Institute.

Schroeder J. W. 2010. Granos de destilería suplemento energético y proteico para el ganado lechero. NDSU. Extensión Service North Dakota State University.

Secretaria de Fomento Agropecuario del Gobierno del Estado de Baja California. 2016. Red de estaciones meteorológicas. SIMARBC. Mexicali, Baja California. Fecha de consulta 25/02/2016 <http://www.sefoa.gob.mx>.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2008. Atlas Agroalimentario. SAGARPA. Mexico, D.F.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2014. Población ganadera de bovinos de carne y leche 2005-2014. <http://www.siap.gob.mx/poblacion-ganadera/>

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2015. Atlas Agroalimentario. SAGARPA. Mexico, D.F.

Simpson J. R. and D. E. Farris. 1982. The World's Beef Business. Iowa State University Press / Ames, Iowa, U.S.A.

Spedding, C. R. W, and E. C Diekmahns (eds.). 1972. Grasses and legumes in British Agriculture. Bull. 49, Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. Farnham Royal, Bucks, England: Commonwealth Agriculture Bureaux.

Suárez D.H. y López T.Q. (en línea) "La Ganadería Bovina Productora de Carne en México".<http://agrinet.tamu.edu/trade/papers/hermilo.pdf>(Consulta Febrero,2006

Tilley, J. M., and R. A. Terry. 1963. A two-stage techniques for the in vitro digestion of forage crops Current Contents. Journal of British Grassland Society, 18:104-111.

Tracy, SM. 1917. Bermudagrass. USDA Farmes Bull. 814.

Van Soest, P. J. 1965 Syposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. J. Anim. Sci. 24:834-843.

Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non- starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science 74:3583-3597.

- Waldo, D. R. 1986. Symposium: Forage utilization by the lactating cow. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. *J. Dairy Sci.* 69:617.
- Waldron, K. J., J. C. Rutherford, D. Ford, and N. J. Robinson. 2009. Metalloproteins and metal sensing. *Nature* 460: 823-830.
- Young, J.A., R.A. Evans, and B.L. KAY. 1975. Germination of Italian ryegrass seeds. *Agron. J.* 67:386-89.
- Zhang, Y., L. D. Bunting, L. C. Kappel, and J. L. Hafley. 1995. Influence of nitrogen fertilization and defoliation frequency on nitrogen constituents and feeding value of annual ryegrass. *J. Anim. Sci.* 73: 2474-2482.

APÉNDICE

Cuadro 1. Indicadores de valor nutritivo de *Lulium multiuflorum* Lam. Base materia seca.

Indicador	Fuente	
Proteína cruda (%)	10.05	Gallegos (1988)
	9.5	Cantú (1989)
	16.3	Hannaway <i>et al.</i> (1999)
Energía digestibilidad (Mcal/Kg)	2.6	Cantú (1989)
	2.7	Hannaway <i>et al.</i> (1999)
Energía Metabolizable (Mcal/Kg)	2.1	Cantú (1989)
	2.2	Hannaway <i>et al.</i> (1999)
Nutrientes digestibles totales (%)	79	Gallegos (1988)
	60	Hannaway <i>et al.</i> (1999)

Cuadro 2. Contenido de fibra detergente neutro (FDN) proteína cruda (PC) de forrajes *Lolium multiflorum* Lam.

Componente	Diciembre	Marzo	Abril	Inicio de mayo	Finales de Mayo
Cultivares diploides					
FDN (%)	33.5	37.9	46.8	59.8	58.0
PC (%)	25.5	22.2	17.8	12.7	13.4
Cultivares tetraploides					
FDN (%)	30.4	36.2	42.2	51.7	55.7
PC (%)	24.2	22.5	17.5	12.3	14.5

Nelson and Rouquette (1992)

Cuadro 3. Análisis bromatológico de Bermuda común.

Proteína Cruda	11.6 %
Grasas	2.1 %
Carbohidratos	75.9 %
Fibra	25.9 %
Ceniza	10.4 %
Calcio	0.53 %
Fósforo	0.22 %
Hierro	0.11 %
Potasio	1.63 %
Betacaroteno	0.02 %

Feuchter, 2000.

Cuadro 4. Tres pastos de bermuda (*Cynodon* spp.) de verano en Carbo, Sonora.

	Cruza I	Cruza II	Santo domingo
Forraje Seco Ton/Ha	12.8	18.9	15.6
Proteína Cruda %	18.2	14.6	16.9
Digestibilidad In Vitro de la Materia Seca %	68.4	69.0	68.0

Feuchter, 2000.

Cuadro 5. Composición química del *cynodon plectostachyus* de diferentes edades.

Especie	Edad de Crecimiento en Semanas								
	2	4	6	8	10	12	14	16	Madurez
<i>Cynodon plectostachyus</i>									
Proteína cruda	7.87	9.01	10.62	7.87	6.96	7.05	6.30	6.21	5.70
Fibra cruda	37.64	36.16	35.04	40.83	39.09	43.44	41.63	32.70	31.71

Feuchter, 2000.

Cuadro 6. Porcentaje de proteína cruda, fibra cruda, proteína digestible y equivalente almidón del zacate estrella africana.

Altura (CM)	Estado De Madurez	P.C. %	F.C. %	P.D. %	E.A. %
Corto 20-30	Sin floración	20.25	23.97	15.32	49.14
Mediano 30-45	Pocas flores	11.64	32.15	8.09	44.60
Alto 60	Madurez	11.53	31.72	8.14	34.96

Feuchter, 2000.

Cuadro 7. Composición nutricional de la semilla de algodón entera (SAE) y harinolina según distintos autores expresada en porcentaje.

Subproducto	MS	PC	FDN	FDA	DIVMS	TND	Fuente
SAE	92	20.4	39.8	33	-	-	FEDNA, 2010
	90	22.24	45.55	-	-	-	Ferreira, 2006
	92	23	-	-	-	95	Lawton, 2010
Harinolina	92	46				75	Lawton, 2010

Lowton, 2010.

Cudro 8. Composición de granos de destileria con solubles derivados de varios cereales (% de PC).

Aminoacido	Granos de Destileria				
	MDDG¹	SDDGS²	TDDG³	CDDG⁴	TRDDG⁵
Arginina	4.1	3.6	3.7	5.2	4.3
Histidina	2.6	2.3	1.9	0.9	2.6
Isoleusina	3.4	4.4	2.4	2.4	3.5
Leucina	8.6	13.6	5.9	6.0	8.8
Lisina	1.9	2.2	2.0	1.1	2.1
Metionina	1.7	1.7	1.8	0.8	1.8
Fenilalanina	4.6	5.5	4.3	3.3	4.6
Treonina	3.6	3.5	2.7	2.8	3.5
Valina	4.5	5.4	3.2	3.2	4.5
⁶ Total de AAE	34.9	42.23	27.9	25.8	35.5

Díaz y Garcia, 2014

¹ Granos secos de destileria secos de maíz con solubles.

² Granos secos de destileria secos sorgo con solubles.

³ Granos secos de destileria secos de trigo con solubles.

⁴ Granos secos de destileria secos de cebada con solubles.

⁵ Granos secos de destileria secos de triticales con solubles.

⁶ Total de AAE= Total de aminoacidos esenciales

Cuadro 9. Concentraciones minerales en los forrajes de la región semiárida de México.

Mineral	Concentración	Rango adecuado
Fosforo	0.13 ± .07	0.25 a 0.70
Sodio	0.23 ± .37	0.10 a 1.20
Cobre	32 ± 39	10 a 40
Manganeso,mg/kg	53 ± 30	40 a 2000
Zinc, mg/kg	224 ± 320	30 a 500
Potasio, %	1.18 ± .55	0.6 a 2.0
Magnesio, %	0.38 ± .24	0.1 a 0.6
Hierro, mg/kg	389 ± 269	50 a 300
Calcio, %	1.27 ± .83	0.3 a 2.0
Relación Ca:P	13.41 ± 11.99	1.2 a 2.0

Cuadro 10. Comportamiento productivo (GDP) de novillos Holstein en pastoreo.

Periodo	No. Días	GDP (kg d-1)	Peso al final del periodo (Kg)	Observaciones
Nov-Mar (Verano)	135	0.55	174	Pastoreo con capacidad de carga de 4 cabezas de ganado por ha, suplementar si la GDP está por debajo de los 550 g.
Abr-Sep (Otoño- invierno)	165	0.50	255	Pastoreo y suplementación con granos y ensilaje por un corto periodo.
Sep-Dic (Primavera)	105	1.15	376	Solo pastoreo
Dic-Feb (Primavera)	105	1.00	480	Pastoreo y suplementación con granos para asegurar la cobertura de grasa.

Goic, 1999.