



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA



CRECIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD ESTACIONAL DE *Festuca arundinacea*
Schreber, *Festulolium* sp. y *Lolium multiflorum* Lam. EN UNA REGION SEMIARIDA

Por:

Karen Lizzet Monsivais Morales

Tesis profesional presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo Zootecnista



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA



CRECIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD ESTACIONAL DE *Festuca arundinacea*
Schreber, *Festulolium* sp. y *Lolium multiflorum* Lam. EN UNA REGION SEMIARIDA

Por:

Karen Lizzet Monsivais Morales

Tesis profesional presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Asesor:

Dr. Marco Antonio Rivas Jacobo

Co-asesores:

Dra. Camelia Alejandra Herrera Corredor

Dr. Jorge Alberto Flores Cano

El trabajo titulado **“CRECIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD ESTACIONAL DE *Festuca arundinacea* Schreber, *Festulolium* sp. y *Lolium multiflorum* Lam. EN UNA REGION SEMIARIDA”**, fue realizado por: **Karen Lizzet Monsivais Morales** como requisito parcial para obtener el título de **“Ingeniero Agrónomo Zootecnista”** y fue revisado y aprobado por el suscrito Comité de Tesis.

DR. MARCO ANTONIO RIVAS JACOBO _____

Asesor

DRA. CAMELIA ALEJANDRA HERRERA CORREDOR _____

Co-asesor

DR. JORGE ALBERTO FLORES CANO _____

Co-asesor

Ejido Palma de la Cruz, municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., a 19 días del mes de Julio de 2013.

DEDICATORIAS

A Dios

Por haberme dado salud para lograr mis objetivos y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres, Guadalupe Monsivais y Silvia Morales

Gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

A mis hermanos, Norma, Guadalupe y Alan

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que me han infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante.

A mis maestros y compañeros de estudios

Ya que sin su decidido y dedicado apoyo no se hubiera realizado este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma de San Luis Potosí** y a la **Facultad de Agronomía y Veterinaria** que me dieron la oportunidad para poder culminar mi desarrollo académico, profesional y humano, además del apoyo recibido durante la realización de este trabajo.

Al **Dr. Marco Antonio Rivas Jacobo**, por su inapreciable ayuda y acertada orientación en la dirección y asesoría durante todo el trabajo de tesis.

A los miembros del Comité de Tesis, a la **Dra. Camelia Alejandra Herrera Corredor** y al **Dr. Jorge Alberto Flores Cano**, por la colaboración en la revisión del documento final de esta tesis.

A mis amigos, **Ezenia Padrón, Karina Rodríguez, Marcela Rodríguez, Norma Martínez, Sinahi Cuellar, Yanine Martínez y Yuliana Velázquez**, mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

En especial a **Albania Gutiérrez** y **Blanca Iglesias** por la colaboración en el desarrollo de esta tesis.

CONTENIDO

DEDICATORIAS	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
CONTENIDO	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
SUMMARY	x
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo General	2
Objetivos Particulares.....	2
Hipotesis	2
Festuca.....	3
Características de la planta	3
Hoja.....	3
Tallo	3
Espiga.....	4
Establecimiento de las plantas	4
Requerimientos climáticos y edáficos	4
Rendimiento de materia seca	5
Componentes de rendimiento	5
Calidad nutritiva	6
Festulolium	7
Características de la planta	7
Componentes morfológicos	7
Establecimiento de las plantas	7
Requerimientos climáticos y edáficos	8
Rendimiento de materia seca	8
Componentes de rendimiento	9
Calidad nutritiva	10
Rye Grass Anual.....	10
Características de las plantas	10
Hoja.....	11
Tallo.....	11
Espiga... ..	11
Establecimiento de las plantas	12
Requerimientos climáticos y edáficos	13
Rendimiento de materia seca	13
Componentes de rendimiento	14

Calidad nutritiva	15
MATERIALES Y MÉTODOS	16
Localización del Área de Estudio	16
Material de Estudio	16
Labores Realizadas Para el Establecimiento de las Praderas	17
Trabajo en Campo.....	18
Variables Evaluadas.....	20
Diseño Experimental.....	21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
Primer Corte Después del Establecimiento	22
Segundo Corte Después del Establecimiento	24
Tercer Corte Después del Establecimiento	26
Cuarto Corte Después del Establecimiento	27
Quinto Corte Después del Establecimiento	29
Curva de Crecimiento y Disponibilidad de Forraje	31
CONCLUSIONES	33
LITERATURA CITADA	34

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pagina
1	Fechas de muestreos dentro del experimento en el Año 2011.....	19
2	Comparación de medias de altura, rendimiento de materia verde y seca y sus componentes morfológicos de tres genotipos de pastos en una región semiárida en el primer corte después de la siembra.....	23
3	Comparación de medias de altura, rendimiento de materia verde y seca y sus componentes morfológicos de tres genotipos de pastos en una región semiárida en el segundo corte después de la siembra	25
4	Comparación de medias de altura, rendimiento de materia verde y seca y sus componentes morfológicos de tres genotipos de pastos en una región semiárida en el tercer corte después de la siembra.....	26
5	Comparación de medias de altura, rendimiento de materia verde y seca y sus componentes morfológicos de tres genotipos de pastos en una región semiárida en el cuarto corte después de la siembra.....	28
6	Comparación de medias de altura, rendimiento de materia verde y seca y sus componentes morfológicos de tres genotipos de pastos en una región semiárida en el quinto corte después de la siembra.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras		Pagina
1	Distribución de tratamientos en las parcelas donde se realizó el trabajo de investigación (Octubre 2010).....	17
2	Datos mensuales de precipitación pluvial y temperaturas máximas, medias y mínimas, durante el período experimental. Fuente. Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimatológicas.....	19
3	Crecimiento inicial de tres especies forrajeras del clima templado en una región semiárida en estación de invierno.....	23
4	Crecimiento de tres especies forrajeras del clima templado en una región semiárida en estación de primavera.....	25
5	Crecimiento de tres especies forrajeras del clima templado en una región semiárida en estación de primavera.....	27
6	Crecimiento de tres especies forrajeras del clima templado en una región semiárida en estación de primavera-verano.....	28
7	Crecimiento de tres especies forrajeras del clima templado en una región semiárida en estación de verano.....	30
8	Rendimiento de Materia Verde de tres especies forrajeras del clima templado en una región semiárida en la duración del experimento.....	32
9	Rendimiento de Materia Seca Total de tres especies forrajeras del clima templado en una región semiárida en la duración del experimento.....	32

RESUMEN

Se evaluó rendimiento y composición morfológica de tres especies, *Festuca arundinacea* Schreber, *Festulolium* sp y *Lolium multiflorum* Lam., La investigación se realizó en Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P., con coordenadas geográficas de 22°13' LN; 100°50' LO, a 1,835 m.s.n.m. El clima se considera seco estepario frío, la temperatura media anual es de 17.6 °C y una precipitación pluvial media anual de promedio de 335 mm. El periodo fue del 28 de marzo de 2011 al 10 de agosto de 2011, realizando doce cortes con 9 días al primer corte e intervalos entre corte sucesivos de 21, 16, 7, 5, 9, 16, 6, 8, 19 y 28 días. Se fertilizó con una dosis de 30 kg de N y 30 kg de Oxido de Fosforo (P_2O_5 ha⁻¹) con Urea y Superfosfato de Calcio Triple. Se realizó la siembra al voleo con festuca alta, festulolium y rye grass anual var. Oregon a una densidad de 30 kg ha⁻¹. Las variables fueron rendimiento de materia seca acumulada, rendimiento de materia seca de hoja, tallo, espigas, material muerto, altura de la planta y disponibilidad de forraje. El análisis estadístico se realizó a través de análisis de varianza y los resultados que presentaron diferencias significativas ($p<0,05$) fueron comparados mediante prueba de comparación Múltiple de Tukey. Los resultados obtenidos de RMSA mostraron que el cultivo de rye grass anual tuvo mayores rendimientos promedio por corte con 7669, 2240, 1013, 552 y 7212 kg MS ha⁻¹ dentro de los cinco cortes realizados en el experimento. Aunque en el corte cinco los RMSTOTAL se muestran equilibrados entre la festuca y el rye grass anual, con la diferencia que la festuca muestra mayor cantidad de hoja y material muerto, con valores de 188 y 58 kg MS ha⁻¹ respectivamente. El contenido de material muerto se incrementó en el cultivo de la festuca a través del tiempo. Los resultados de composición morfológica ($p<0.05$), dan como resultado con mayor cantidad de hoja y tallo el cultivo del rye grass.

SUMMARY

We evaluated performance and morphological composition of three species, *Festuca arundinacea* Schreber, *Festulolium* sp and *Lolium multiflorum* Lam. The research was conducted in Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P., with geographic coordinates of 22 ° 13 'LN, 100 ° 50' W, at 1,835 m. The dry desert climate is considered cold, the average annual temperature is 17.6 ° C and an average annual rainfall average of 335 mm. The period was from March 28, 2011 to August 10, 2011, sending twelve cuts with 9 days to first cut and cut successive intervals of 21, 16, 7, 5, 9, 16, 6, 8, 19 and 28 days. Were fertilized with a dose of 30 kg N and 30 kg of phosphorus oxide (P₂O₅ ha⁻¹) with Urea and triple superphosphate Calcium. We conducted broadcast seeding tall festuca, festulolium and rye grass annual var. Oregon at a density of 30 kg ha⁻¹. Variables were accumulated dry matter yield, dry matter yield of leaves, stems, spikes, dead material, plant height and forage availability. Statistical analysis was performed using analysis of variance and the results showed significant differences (p <0.05) were compared using Multiple comparison test of Tukey. The results obtained from RMSA showed that cultivation of rye grass anual had higher average yields cut 7669, 2240, 1013, 552 and 7212 kg DM ha⁻¹ within five cuts made in the experiment. Although cutting the RMSTOTAL five shows balanced between festuca and rye grass anual, with the difference that shows fescue highest leaf and dead material, with values of 188 and 58 kg DM ha⁻¹ respectively. Dead material content increased fescue growing over time. The results of the morphology (p <0.05), result in greater amount of leaf and stem growing rye grass annual.

INTRODUCCIÓN

Los pastos festuca alta, festulolium y rye grass anual son gramíneas con capacidad de rebrote que se utilizan para establecer parcelas para el pastoreo de rumiantes para producción de leche o carne para las zonas templadas principalmente.

Se desconoce su crecimiento y productividad en forma clara en las regiones semiáridas donde se tiene disponibilidad de agua para riego en sistemas intensivos o semi-intensivos. Si se tuviera esta información sería fundamental para mejorar los sistemas de producción mencionados basados en praderas de pastoreo, ya que el forraje asignado a los animales en pastoreo se racionaría de acuerdo a sus necesidades nutritivas; de acuerdo a su disponibilidad y calidad.

Las gramíneas de clima templado son importantes en sistemas de producción agropecuarios sostenibles en praderas, ya que son la base de la alimentación de los rumiantes en pastoreo. En México, la utilización de praderas de gramíneas de clima templado ha permitido la producción económica de leche y carne, en comparación a sistemas intensivos de estabulación (Reyes, 1991).

Las ventajas que reúnen estas plantas por su morfología y fisiología permiten una producción forrajera intensiva y de fácil aprovechamiento (Sánchez *et al.*, 1981).

Las condiciones climáticas afectan el crecimiento, desarrollo y rendimiento de las plantas. Al respecto, se señala que la tasa de crecimiento es más sensible a la temperatura que las tasas de fotosíntesis y de respiración, porque influye sobre la aparición y expansión de hojas, aparición de tallos y estolones y el crecimiento de las raíces.

Conocer la distribución estacional del rendimiento de un pasto, ante diferentes regímenes de cosecha, constituye una estrategia para definir el manejo óptimo de los cortes, y planear alternativas alimenticias complementarias para mantener la producción animal en el año (Velasco, 2005).

Objetivo General:

Evaluar el crecimiento y productividad de los pastos festuca alta, festulolium y rye grass anual en un clima semiárido bajo condiciones de riego en diferentes estaciones del año.

Objetivos Particulares:

Estimar el rendimiento de materia seca total por etapas de crecimiento y por estaciones del año de los pastos festuca alta, festulolium y rye grass anual.

Determinar el porcentaje de los componentes morfológicos de los pastos festuca alta, festulolium y rye grass anual por etapas de crecimiento y por estaciones del año.

Hipótesis:

El pasto rye grass anual presenta mayor crecimiento y rendimiento de materia seca en comparación con la festuca alta y el festulolium.

Se presenta un mayor crecimiento, y rendimiento de materia seca de los pastos en estudio en las estaciones del año de primavera-verano que en otoño-invierno.

REVISIÓN DE LITERATURA

Festuca

Características de la planta

La festuca (*Festuca arundinacea* Schreber) es sin duda la gramínea más perenne, la más productiva y una de las más capaces de crecer en verano. Es una gramínea perenne amacollada de clima templado, nativa de Europa y norte de África, fue introducida de Europa a Norte y Sudamérica (Hannaway *et al.*, 1999). Soporta el frío, el calor, la sequía así como el exceso de agua. Pero solo desarrolla su potencial en tierras ricas y profundas (Gillet, 1984). La persistencia de la festuca alta depende del éxito del establecimiento, de la fertilización, del adecuado pastoreo y del medio ambiente. Con buenas condiciones puede perdurar entre 6 a 10 años (Príncipe, 2008).

La festuca alta tiene una utilización limitada como forraje para la producción de leche, debido a las toxinas producidas por la infección de hongos endófitos (Moser *et al.*, 1996).

Hoja

Las hojas son ásperas por la parte superior, brillante y suave por el envés. Aparecen en gran número en la base del tallo y son muy erectas y largas, lo cual se da a la planta un aspecto característico inconfundible (Muslera *et al.*, 1991). Son anchas y brillantes. Endurecen al envejecer. Pero su anchura y su dureza son extremadamente variables en la especie (Gillet, 1984).

Tallo

En la base de la planta se forman pequeños tallos subterráneos y rizomas en los cuales acumula las sustancias de reserva. Los tallos en la floración son largos, lo que da nombre a esta especie (Muslera *et al.*, 1991). Los tallos florales producen tallos huecos compuestos de nudos y entrenudos llamados colectivamente culmo.

Espiga

La inflorescencia es en panícula muy abierta, con numerosas espiguillas pediceladas. Cada espiguilla tiene de 3 a 10 flores que producen las semillas, en general sin aristas, de aspecto muy parecido a la semilla del rye grass (Muslera *et al.*, 1991).

Las panículas varían desde abiertas, ramificadas a sin orden y muy angostas. Las ramificaciones cortas tienen varias espiguillas (Moser *et al.*, 1996).

Establecimiento de las plantas

La dosis de siembra es de 20-40 kg ha⁻¹ en un terreno bien preparado, sin enterrar excesivamente la semilla (Muslera *et al.*, 1991), Whyte (1950) argumenta que de 11 a 28 kg ha⁻¹. Como la germinación es lenta, las siembras han de hacerse pronto en el otoño, no más tarde de la primera quincena de septiembre, para conseguir el establecimiento antes de los fríos. En primavera también se deben hacer siembras tempranas para competir con las malas hierbas.

La festuca tiene un crecimiento más uniforme a lo largo del año. Empieza a crecer pronto, al final del invierno, antes que otras gramíneas. Tiene un buen crecimiento en primavera y un buen rebrote después del aprovechamiento. En verano es la gramínea de clima templado que mejor crece en zonas calurosas, pues su óptimo térmico está por encima del rye grass y del dácilo, a la que supera en producción en esta época cuando dispone de agua. En otoño su crecimiento se mantiene hasta bien iniciado el invierno (Muslera *et al.*, 1991).

Requerimientos climáticos y edáficos

Esta especie tolera periodos largos de inundación (24 a 35 días). Sus mejores producciones de forraje se obtienen en primavera-verano pero disminuye en el otoño-invierno. En México, existen experiencias que indican que la festuca alta se adapta principalmente a regiones templadas y en menor grado a regiones cálidas con temperaturas medias anuales entre 10 y 21 °C, pero donde la temperatura del mes más caliente sea menor de 32 °C. En el caso de praderas de esta especie en condiciones de

temporal, se requieren localidades con una precipitación pluvial mayor de 600 mm al año (Hannaway *et al.*, 1999).

Se adapta bien a suelos de textura media y pesada, es una especie superior para formar pastos en áreas en que la fertilidad es baja y la humedad es un factor limitante en ciertas épocas de año, se encuentra en suelos muy profundos, fértiles, frescos, preferentemente calizos, pero tolera perfectamente suelos variados, desde ácidos a muy básicos y de anegados a muy secos (Hughes, 1981).

Rendimiento de materia seca

Becker *et al.* (2010), realizaron un ensayo en la región de Picún Leufú, Argentina en 18 cultivares con características diferentes, durante tres temporadas de crecimiento. La siembra se realizó los días 27 y 28 de marzo de 2007 y se utilizó una densidad de siembra 15 kg ha^{-1} . Los resultados arrojaron que la variedad Maximize tuvo un mejor rendimiento de materia seca (RMS) con $14,392 \text{ kg ha}^{-1}$, en cambio la variedad Flecha mostró un total de $7,685 \text{ kg MS ha}^{-1}$ durante las tres temporadas.

Por otra parte el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) (2011), realizó un ensayo donde se sembró en 10 localidades donde se evaluaron a 13 variedades. Los resultados arrojaron que obtuvo el mayor RMS la variedad Brava INTA con $8,185 \text{ kg ha}^{-1}$; en el primer corte teniendo una altura al corte de 31 cm tuvo un RMS de $1,239 \text{ kg ha}^{-1}$, el segundo corte con 31 cm de altura al corte, su RMS fue de $2,718 \text{ kg ha}^{-1}$ y el último corte a los 33 cm de altura al corte un RMS de $4,228 \text{ kg ha}^{-1}$.

Appendini (2003) evaluó especies de gramíneas de clima templado para regiones semicálidas y templadas de Matamoros, Coahuila, donde todas las variedades de festuca alta tuvieron altos RMS con $72.98 \text{ ton MS ha}^{-1}$ en los tres años de estudio ($P < 0.05$) comparada con las variedades de las demás especies.

Componentes de rendimiento

Bertín *et al.* (2003), realizaron un estudio donde se evaluaron los efectos del pastoreo en otoño y al inicio del invierno sobre componentes del rendimiento de semilla de festuca alta cultivar Palenque Plus INTA. Se llevó a cabo en Pergamino, Argentina. El

número de macollos totales a cosecha no se afectó ni por el tratamiento de defoliación ni por el año. El pastoreo temprano (otoño) favorece el número de macollos, lo que se esperaba. Sin embargo, en el año siguiente el pastoreo de otoño perjudicó esta variable, debido al daño por el pastoreo en condiciones de anegamiento, por las excesivas lluvias del mes de marzo. El número de macollos elongados fue diferente según el año ($P>0.05$). En el número de panojas fue significativo el efecto año (en el 2000 hubo más inflorescencias por unidad de superficie que al año siguiente), y hubo más panojas con pastoreos de otoño.

Rojas *et al.* (2011), realizaron un estudio con el objetivo de evaluar bajo condiciones de temporal la adaptación de cuatro cultivares de *Brachiaria*, con base en su comportamiento agronómico a diferentes edades de corte. Se llevó a cabo en Pungarabato, Tierra Caliente, Guerrero. En cuanto a los resultados obtenidos, se encontró que los cultivares *B. brizantha* cv. MG4 y *B. ruziziensis* x *B. brizantha* (Híbrido Mulato) tuvieron mayor altura con 42 y 41 cm. La producción de hojas y material vivo fue mayor en el cultivar *B. ruziziensis* x *B. brizantha* (Híbrido Mulato), con 1,104 kg MS ha⁻¹. La producción de tallos, materia seca total, material vivo y muerto no fue diferente entre cultivares; sin embargo, existe una tendencia a que *Brachiaria ruziziensis* x *B. brizantha* (Híbrido Mulato) tuviera una mayor producción de tallos (457 kg MS ha⁻¹) y materia seca total (1,125 kg MS ha⁻¹).

Ramírez *et al.* (2012), determinó la influencia de la edad (30 a 105 días en los períodos lluvioso y poco lluvioso) del pasto *Brachiaria decumbens*. La investigación se desarrolló al sureste de Cuba. Se utilizó el pasto *Brachiaria decumbens* vc. Basilisk. Los resultados de RMS se incrementaron hasta los 60 días de rebrote (6.06 y 1.83 ton MS ha⁻¹ para el período lluvioso y poco lluvioso). En ambos períodos climáticos el contenido de hojas disminuyó y el de los tallos aumentó en la medida que avanzó la edad de rebrote.

Calidad nutritiva

Los cultivares más comunes de festuca son Alta y Fawn, y pueden tener una digestibilidad promedio de 55 a 65%, aunque alcanzan valores hasta de 73 %,

dependiendo del cultivar, estado de madurez y estación del año (Gardner *et al.*, 1985). Su calidad nutricional es intermedia, aunque con grandes variaciones en la digestibilidad *in vitro* de la materia seca del forraje a lo largo del año (Rimieri, 2006).

Grupo VENSO determinó que la Proteína bruta sobre materia seca es de 14%, Fibra bruta sobre materia seca ADF es 32%, y la Humedad de 12%.

Festulolium

Características de la planta

El *Festulolium sp* es una planta forrajera obtenida a partir de cruzamientos de plantas de género *Festuca* con el género *Lolium*. Estos híbridos se pueden producir espontáneamente en las praderas naturales. Los híbridos naturales son estériles y, por ello, el proceso de obtención de variedades comerciales comenzó con la eliminación de la esterilidad, para conseguir híbridos fértiles y estables. En los festulolium se pretende reunir la calidad de una especie, uno de *Lolium*, y la producción y rusticidad de la otra, *Festuca arundinacea* (Muslera *et al.*, 1991). Gramínea de buena adaptación al pastoreo frecuente, donde las combinaciones de intensidad (laxo e intenso), son necesarias para la mantención de la densidad de macollos de la pastura (Demanet, 2011).

El resultado después de varios años de trabajos en diversas estaciones europeas es la obtención de variedades tetraploides y octaploides perfectamente conseguidas y fijadas que desde hace pocos años se encuentran en el mercado (Muslera *et al.*, 1991).

Componentes morfológicos

Consecuencia de la participación de parentales diversos *L. multiflorum-F arundinacea*. El aspecto general de las plantas suele ser de hojas parecidas a *Lolium* y espiga similar a la de *Festuca* (Muslera *et al.*, 1991).

Establecimiento de las plantas

Para la siembra se recomienda una densidad de siembra de 30 kg de semilla por hectárea. Este pasto puede usarse para corte en verde, pacas, ensilaje o pastoreo en

ganado bovino de leche o carne y borregos. Es más recomendable una combinación con trébol blanco, que hace de la pastura un excelente forraje de alta calidad nutricional. Es perenne, pero su duración, de tres a cinco años, es inferior a la de la festuca alta y rye grass inglés (Muslera *et al.*, 1991).

La siembra se debe realizar con 25 kg semilla por hectárea asociado a trébol blanco (3 kg semilla por hectarea). En siembras de pasturas polifiléticas, la dosis de semilla se determina por la agresividad de la especie considerada en la mezcla. Al igual que la ballica y la festuca, esta especie acepta la asociación con otras gramíneas, generando pasturas polifiléticas de alta calidad y persistencia (Demagnet, 2011).

El festulolium es una planta de establecimiento fácil, que entra en producción rápidamente, con un excelente crecimiento en primavera y otoño. En verano sufre el efecto de las altas temperaturas que ralentizan su crecimiento, y si bien es menor que el rye grass italiano, no han dado los resultados que se esperan (Muslera *et al.*, 1991).

En regiones del Centro y Centro – Norte del país, se recomienda asociarlo con pasto orchard (*Dactylis glomerata*) en lugares de 2000 msnm o más; o con inviernos regulares a fuertes, en donde este pasto se desarrolla muy bien, debido a su requerimiento de horas frío que lo hace altamente rendidor, muy palatable y alto en contenido de proteína (Semillas Correa, 2010).

Requerimientos climáticos y edáficos

De requerimientos intermedios entre festuca y ballica, no soporta condiciones de exceso de acidez del suelo. Soporta periodos de sequía no superiores a 3 meses y en suelos hidromórficos su persistencia disminuye ostensiblemente cuando la inundación es prolongada (superior a 1 mes) (Demagnet, 2011). Mejor resistencia a la sequía que el rye grass italiano; se embastece menos cuando pasa su periodo de pastoreo y tiene mejor palatabilidad que la festuca (Muslera *et al.*, 1991).

Rendimiento de materia seca

Appendini (2003) observó que en la localidad La Laguna, el híbrido *Festuca arundinacea x Lolium perenne* L. tuvo un comportamiento similar a las variedades

menos productivas de ballico perenne y pasto orchard, con un RMS de 47.50 ton ha⁻¹ en los tres años de estudio.

Por otro lado en el mismo estudio de Appendini (2003), pero en los campos experimentales del INIFAP en Pabellón, Aguascalientes, los datos arrojaron que el híbrido *Festuca arundinacea x Lolium perenne* L. tuvo un RMS de 56.50 ton ha⁻¹ en los tres años de estudio.

Luna *et al.*, (2010) evaluaron el rendimiento, calidad y composición botánica en monocultivo y asociaciones algunas variedades. El experimento se llevó a cabo en Texcoco, Estado de México. Los resultados indican que la alfalfa cv. Valenciana como monocultivo obtuvo una biomasa total promedio en cuatro cortes de 19,384 kg MF ha⁻¹ (5,141 kg MS ha⁻¹).

Componentes de rendimiento

El festulolium es un género obtenido por cruce de rye grass y festuca buscando combinar las características deseables de ambas especies. Se asemeja más al rye grass; aporta velocidad de instalación y mejor calidad de forraje y la festuca resistencia a la sequía, al frío, crecimiento de verano y persistencia.

Luna *et al.* (2010), presenta que el RMS en el primer corte de peso seco de hoja se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos, donde el máximo RMS de hoja lo obtuvo el monocultivo de ballico cv. Beef Builder con 1,486 kg ha⁻¹. Para la variable del rendimiento de tallo en el primer corte, se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos, siendo el mayor RMS de tallo con el cultivo de canola (1,562 kg ha⁻¹) en la asociación con *Festulolium* cv. Spring Green.

Villalobos *et al.* (2010), hicieron una evaluación agronómica y nutricional del pasto rye grass perenne tetraploide (*Lolium perenne*), Oreamuno, Cartago, encontraron que el porcentaje de hoja del pasto rye grass perenne fue superior al encontrado por Andrade (2006) para el pasto kikuyo con 32%. Asimismo, el porcentaje de tallos y material senescente del rye grass perenne fue 43,92%, valor inferior al del pasto kikuyo que es 68%.

Velasco *et al.* (2005), realizó un estudio para determinar la frecuencia de corte estacional que proporcione mayor cantidad de proteína y forraje digestible por unidad de superficie, donde se realizó en una pradera de ballico perenne var. Tetraploide Americano sembrada en Montecillo, Texcoco, Estado de México. Durante el verano y otoño el aporte a la biomasa de los componentes hojas, tallos y espigas fueron 25 y 20 % mayores ($P < 0.05$) que el observado en invierno y primavera, respectivamente. Con excepción de invierno, la proporción de hojas tendió a disminuir al aumentar el intervalo entre cortes de cuatro a seis semanas. La materia seca de hojas en verano y otoño, fue 11 y 13 % mayor ($P < 0.05$) que en invierno y primavera. Los tallos y espigas sólo fueron abundantes en primavera, cuando ocurrió el desarrollo de los órganos reproductores del pasto, particularmente al cosechar cada 6 semanas.

Calidad nutritiva

El festulolium se describe como una planta persistente, resistente el invierno y enfermedades, con alta calidad nutricional: sin embargo, esta especie tiene menor producción que la festuca alta en las regiones templadas de México (Gardner *et al.*, 1985). Esta variedad mezcla todo: la rusticidad y resistencia de *Festuca arundinacea*, con la calidad nutricional y agresividad de una ballica perenne, alta en azúcar, esta combinación hace que se potencie esta nueva especie, que puede destinarse a engordas e incluso lecherías (HYKOR, 2013).

Rye Grass Anual

Características de las plantas

El rye grass anual (*Lolium multiflorum* Lam), es la gramínea forrajera más fácil de implantar y una de las más fáciles de utilizar. Es nativa de Europa, Asia templada y el Norte de África. Esta ampliamente distribuida a través del mundo, incluyendo Norte y Sur de América, Europa, Nueva Zelanda y Australia. Gracias a sus cualidades ha sido la primera en cultivarse a gran escala. Sus principales inconvenientes son ser poco perenne, totalmente reespigante y no crecer en verano (Gillet, 1984).

El rye grass italiano es una planta bianual, pero en ciertas condiciones de manejo puede durar incluso varios años. Es la gramínea por excelencia para las praderas de corta duración, sola o asociada con el trébol violeta, obteniéndose producciones rápidamente a partir del establecimiento. Debido a la corta duración de las praderas de rye grass italiano y al elevado costo de su establecimiento y cultivo, se debe de sembrar en condiciones muy favorables para así obtener los mejores rendimientos de esa inversión (Muslera *et al.*, 1991). Se asemeja al pasto rye grass perenne, excepto en que los flósculos están provistos de aristas y las plantas son menos persistentes, y mueren a los 2 o 3 años de crecimiento productivo.

Hoja

Las hojas del ballico perenne están dobladas en el nudo (en contraste a las hojas del ballico anual, las cuales están enrolladas). Las hojas son de 2 a 6 mm de ancho y de 5 a 15 cm de largo, son puntiagudas y volteadas (Bartels, 1996). Son brillantes y muy flexibles. Las de los tetraploides son más oscuras y anchas que son las de los diploides (Gillet, 1984).

Tallo

Son largos y ligeramente surcados: en fase reproductora (es decir la mayor parte del tiempo), el rye grass italiano tiene una vegetación muy alta y a simple vista (Gillet, 1984). Los tallos florales están compuestos de nudos y entrenudos, cada nudo sostiene una hoja, son de 30 a 100 cm de altura dependiendo de la variedad, humedad y condiciones del lugar. El segmento superior del tallo es llamado pedúnculo, estructura que sostiene las partes florales. La base del tallo es comúnmente rojiza (Heath *et al.*, 1985).

Espiga

La inflorescencia es una espiga de espiguillas, con dos filas solamente (Gillet, 1984). La inflorescencia del rye perenne es una espiga de 5 a 30 cm de largo, la cual tiene de 5 a 40 espiguillas acomodadas y unidas de forma alterna directamente a lo largo del borde

del raquis central. Las lemas no tienen aristas en contraste con el ballico anual (Hannaway *et al.*, 1999).

Establecimiento de las plantas

Es una planta de fácil establecimiento. Sembrada en una estación favorable, otoño o primavera, supera a cualquier otra gramínea en velocidad de establecimiento, pudiendo, si no hay otros factores limitantes, dar un aprovechamiento a la seis semanas de sembrada.

La siembra puede realizarse en otoño, pero preferiblemente a principios de septiembre o a finales de agosto, para poder obtener una buena producción invernal. De un forraje apetitoso, nutritivo y de gran valor estratégico en la explotación. Comparado con el rye grass inglés, su producción es mayor en el otoño del establecimiento y siempre en invierno y primavera.

La dosis de siembra es de 20 a 30 kg ha⁻¹ según que sean variedades diploides o tetraploides, y de 30 a 40 kg ha⁻¹ en variedades westerword (Muslera *et al.*, 1991). Gillet (1988) argumenta que de 15 a 20 kg ha⁻¹ es para diploides y de 20 a 30 kg ha⁻¹ para tetraploides.

El corte o el pastoreo se puede iniciar aproximadamente a los 70 días después de la siembra o cuando las plantas hayan alcanzado una altura mínima de 30 cm. Se debe evitar que las plantas espiguen ya que si esto sucede, la recuperación será lenta y el siguiente corte se retrasará y en consecuencia la producción total de forraje de la pradera se reduce.

El pasto debe tener un período de recuperación entre 28 y 32 días. Inmediatamente después de cada corte o pastoreo y antes del riego respectivo, se aplican 50 kg ha⁻¹ de nitrógeno; a los 14 días después de este riego se aplica otro riego, quedando así dos riegos entre cortes (INIFAP, 1998).

En el verano el crecimiento se limita por el sistema radicular superficial, y porque el óptimo de temperaturas para su crecimiento es muy bajo (18-20° C). En esta estación, en la que las temperaturas son altas y las lluvias escasean, el crecimiento otoñal es también escaso, debido a que la planta ahíja menos que el rye grass inglés y el rebrote es

menos vigoroso y denso que en este. En invierno, en cambio, crece mejor que el rye grass inglés, aunque en algunos países se considera sensible a las bajas temperaturas (Muslera *et al.*, 1991).

Después de su primer invierno, el rendimiento anual de esta especie es medio, si consideramos su corta estación de crecimiento: 8 a 14 ton MS ha⁻¹ en dos a cuatro cortes. Después de su segundo invierno, los tipos que aún perviven producirán de 4 a 6 ton de MS ha⁻¹ en uno o dos cortes y será conveniente levantarlos (Gillet, 1984).

Requerimientos climáticos y edáficos

El rye grass italiano está adaptado a temperaturas frescas. Su óptimo está en los alrededores de solamente 18-20 ° C. sin embargo su comportamiento estival depende enormemente de su edad. Es sensible a la sequía, y al menos según la literatura anglosajona, se considera sensible al frío (Gillet, 1984). Se desarrolla bien en suelos de texturas medias a pesadas, con buen drenaje superficial, prosperando en suelos pobres con un amplio rango de pH. Al igual que los demás rye grass, no tolera la sequía (Príncipe, 2008). Se reporta que se adapta a un amplio rango de suelos, pero prefiere aquellos con fertilidad media a alta; así también que el pH óptimo del suelo para este pasto es de 6 a 8 y que es más común donde la precipitación anual media es debajo de 1000 mm (Spedding, 1982). Barker (1993) señala que el ballico perenne se desarrolla de manera excelente en suelos fértiles con buen drenaje; sin embargo, tiene un amplio rango de adaptabilidad al suelo. Se adapta desde suelos bien drenados hasta suelos con pobre drenaje.

Rendimiento de materia seca

Rubio *et al.* (1976), reportan rendimientos invernales de ballico anual var. Oregon en la Escuela de Agricultura y Zootecnia, Venecia, Dgo., en cinco cortes, de 2510, 1472, 2035, 2067 y 2204 kg MS ha⁻¹ respectivamente, con un rendimiento acumulado de 10,060 kg MS ha⁻¹. Los rendimientos que reportan los mismos autores, en el sitio “El Refugio”, en cinco cortes son de 1782, 2252, 2640, 2891 y 1720 kg MS ha⁻¹ respectivamente, con un rendimiento acumulado de 11,275 kg MS ha⁻¹.

Bravo *et al.* (1991), reportan rendimientos para la época de invierno de ballico anual var. Tetraploide común de 1891, 2108, 1705 y 1914 en kg MS ha⁻¹ con densidades de siembra de 10, 20, 30 y 40 kg semilla ha⁻¹ respectivamente.

Cadena *et al.* (2001), evaluaron el rendimiento de ballico anual vars. Abundant, Común y Hércules en condiciones de pastoreo, obteniendo una acumulación de forraje promedio por corte de 2311, 2362 y 2473 en kg MS ha⁻¹, respectivamente por variedad.

Componentes de rendimiento

Ortiz (2008), evaluó el comportamiento productivo de 141 genotipos durante el invierno 2006-2007 en Chapingo, México. Los resultados mostraron que en la primera medición se presentó una media de 14.8 cm, para la segunda medición de 18 cm, para la tercera medición ó primer corte de 28.8 cm, para la cuarta medición ó segundo corte de 43.8 cm y para la quinta medición ó tercer corte de 47.6 cm, presentando un promedio total en las 5 mediciones de 30.6 cm. En relación con el número de tallos por planta en cada una de las mediciones, para la primera medición se presentó una media con 18 tallos, para la segunda medición de 50 tallos, para la tercera medición de 56 tallos, para la cuarta medición de 158 tallos y para la quinta medición de 183 tallos, presentando un promedio total en las 6 mediciones de 93 tallos.

Pérez *et al.* (2002), realizaron un experimento para determinar el efecto de la altura de corte en la respuesta productiva y dinámica de rebrote del ballico perenne, que llevó a cabo en un invernadero ubicado en Montecillo, Texcoco, Estado de México. El estudio mostró que el mayor rendimiento se presentó al cortar a alturas entre 9 y 12 cm y el menor a 3 cm. De febrero a abril, las mayores tasas de crecimiento se obtuvieron al cortar entre 9 y 12 cm. Al iniciar el estudio, la densidad promedio fue de 2,497 tallos m² y dos meses después, en el corte a 3 cm, en mayo este tratamiento tuvo la mayor densidad (P<0.01) con 408 tallos m² y representó solo el 225% de la obtenida en los otros tratamientos. Al final del estudio, la altura de corte a 6 cm presentó la más alta densidad de tallos. En el peso de los tallos se observó que a medida en que aumentó la intensidad de corte de 15 a 3 cm, disminuyó el peso del tallo y de sus componentes morfológicos (P<0.05).

Luna *et al.* (2010), obtuvo datos donde el corte uno presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos en el peso seco de la hoja, donde el máximo rendimiento de hoja lo obtuvo el monocultivo de ballico cv. Beef Builder con $1,486 \text{ kg MS ha}^{-1}$, para la variable del rendimiento de tallo fue mayor el cultivo de canola $1,562 \text{ kg MS ha}^{-1}$ en la asociación con *Festulolium* cv. Spring Green.

Calidad nutritiva

Martínez (1982) señala que el ballico trasforma grandes cantidades de nitrógeno en abundante producción de MS con mayor eficiencia que otros forrajes de invierno. Se ha encontrado que el rye grass contiene hasta un 78 % de digestibilidad en febrero y un 56 % en mayo.

El índice de digestibilidad de los zacates depende en gran medida de la temperatura estacional y precipitación. En ciertos estudios se encontró que el rye grass contenía en un promedio de 9 cortes, los siguientes valores: 19 % de proteína cruda, 24 % de fibra cruda, 15% de carbohidratos solubles y un 76.5% de digestibilidad.

Las características de calidad nutritiva del rye grass en términos generales es que posee niveles de proteína superiores a los requerimientos nutricionales de un bovino en crecimiento, reportando rangos de un 14 y hasta un 18% P. C., con valores energéticos de 2.58 Mcal/kg de energía digestible y excelente fuente de caroteno.

Asímismo contiene una gran cantidad de componentes altamente degradables entre ellos se encuentran carbohidratos.

El rye grass es un forraje que posee un nivel de proteína cruda con rangos que pueden ir desde 14.50 hasta 18.30%; la materia seca de 23.8 a 24.30%, la fibra cruda de 21.80 a 23.80%, calcio 0.64 a 0.65%; el fósforo en 0.41%, magnesio 0.35%, la proteína digestible hasta el 11%; energía digestible 2.58 a 2.65%, energía metabolizable 2.11 a 2.17 Mcal/kg, caroteno o Vitamina A 88.800 UI (Church, 1987).

El ballico perenne se caracteriza por acumular altos niveles de carbohidratos no estructurales, principalmente, en la primavera y verano. El ballico perenne puede tener un contenido de proteína cruda similar a otras especies de gramíneas de clima templado (14-18 %), pero su digestibilidad (70%) es superior a las otras especies (Minson, 1990).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Área de Estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en los campos de producción de la Unidad de Bovinos de Carne denominada “La Pradera”, de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, ubicada en el Ejido Palma de la Cruz, municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P., en el km 14.5 de la carretera San Luis-Matehuala. Con coordenadas geográficas de 22°13'39.8" Latitud Norte; 100°50'58.3" Latitud Oeste del Meridiano de Greenwich a 1,835 m.s.n.m. (INEGI, 1985). El clima se considera seco estepario frío BsKw (wi) (García, 1973). La temperatura media anual es de 17.6 °C con una mínima de 7.5 °C, una máxima de 35°C y una precipitación pluvial media anual de promedio de 335 mm.

Material de Estudio

El material genético utilizado en la presente investigación fueron: parcelas recién establecidas de festuca alta, festulolium y rye grass anual con fecha de siembra del 28 de octubre de 2010. El estudio se realizó en las praderas establecidas con el sistema de labranza tradicional (Parte derecha de la Figura 1).

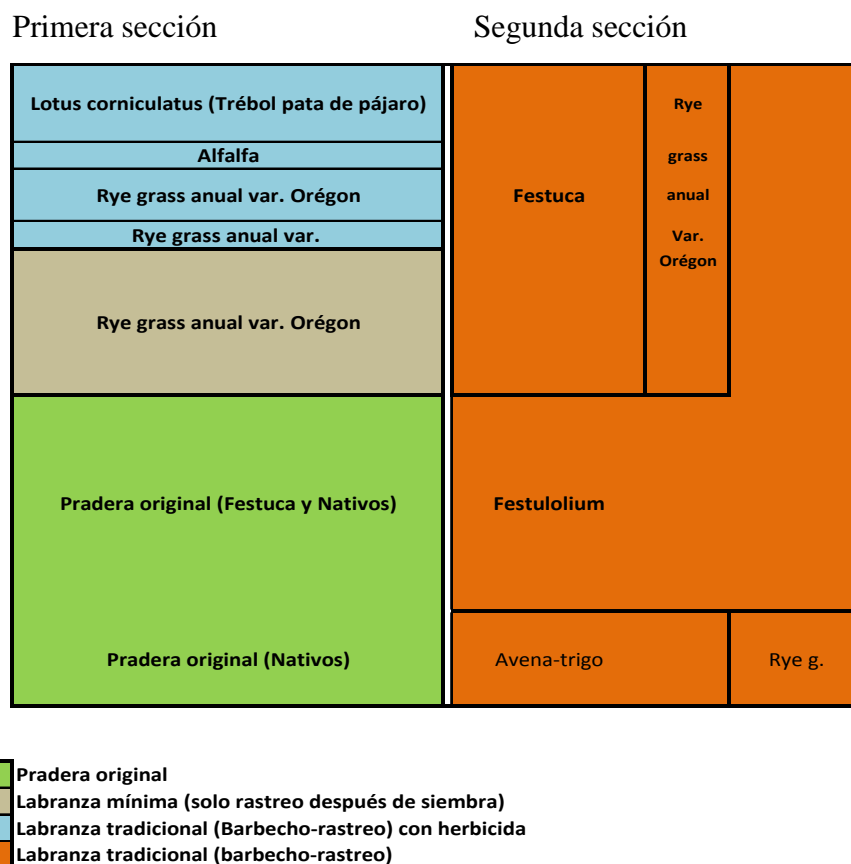


Figura 1. Distribución de tratamientos en las parcelas en las parcelas de estudio (Octubre 2010).

Labores Realizadas Para el Establecimiento de las Praderas

1. Aplicación de riego por aspersion para todo el terreno desde el día 14 al 17 de octubre.
2. Barbecho del terreno el día 20 de octubre.
3. Paso de rastra el 28 de octubre.
4. Se fertilizó con una dosis de 30 kg de N y 30 kg de Oxido de Fosforo ($P_2O_5 \text{ ha}^{-1}$) con Urea y Superfosfato de Calcio Triple aplicándose al voleo el 28 de octubre.
5. Se realizó la siembra al voleo con festuca alta, festulolium y rye grass anual var. Oregon a una densidad de 30 kg ha^{-1} , posteriormente se tapó la semilla con un paso de ramas tirada por un tractor el 28 de octubre.
6. Se aplicó un riego el día el 29 de octubre para la germinación de la semilla.
7. Se aplicó un riego el día 8 de noviembre para ayudar a la emergencia.

8. Se aplicaron riegos cada 20 días en promedio hasta el establecimiento y cosecha.
9. Después de la cosecha se realizaron muestreos de rendimiento de materia seca. En el Cuadro 1 se indican las fechas de realización de los cortes, desde el primero hasta el decimosegundo, durante un ciclo de crecimiento (4 a 6 semanas, dependiendo de la estación del año) para determinar curvas de crecimiento en praderas nuevas en primavera-verano.

Trabajo en Campo

En tres franjas de las parcelas establecidas de festuca alta, festulolium y rye grass anual (Figura 2), en otoño e invierno 2010 (29 de octubre), y con edad aproximada de 3 meses y medio, se trazaron cinco parcelas de 3 x 3 m en sitios representativos a lo largo de cada franja de cada especie forrajera. Se les midió el rendimiento de materia seca al inicio del experimento (28 de marzo de 2011) para conocer el rendimiento inicial. Posteriormente se pastoreo con vacas Angus-Hereford, las mismas entraban a la parcela por la mañana y salían por la tarde siendo 15 unidades animal. Se pastoreo hasta dejar una altura de 5 cm para dejarlas rebrotar y medir el rendimiento de materia de seca por componentes morfológicos y la altura en fechas mencionadas en el Cuadro 1.

El muestreo se realizó al azar dentro de la parcela con un cuadrante de 0.5x0.5 m y se cosechó el forraje a una altura de 5 cm, haciendo el muestreo en un sitio diferente de la parcela del forraje consumido anteriormente por el ganado.

Las muestras se pesaron en verde en una balanza digital marca tor-rey con una precisión a un 1 g, se registró su peso en verde para posteriormente tomar una submuestra de 50 g, la cual se separó en los componentes morfológicos hoja, tallo, material muerto y espiga en caso de haberla, para posteriormente secarlas en una estufa de aire forzado a 55 °C por 72 h para determinar su materia seca.

Cuadro 1. Fechas de muestreo dentro del experimento en el año 2011.

CICLO	MUESTREO	FECHA	ESTACION DEL AÑO	NUMERO DE DIAS DE CORTE A CORTE
1	1	28 de Marzo	Invierno	0
2	2	06 de Abril	Primavera	9
	3	27 de Abril		21
	4	13 de Mayo		16
3	5	20 de Mayo	Primavera	7
	6	25 de Mayo		5
	7	03 de Junio		9
4	8	10 de Junio	Primavera	16
	9	17 de Junio		6
	10	25 de Junio		8
5	11	14 de Julio	Verano	19
	12	10 de Agosto		28

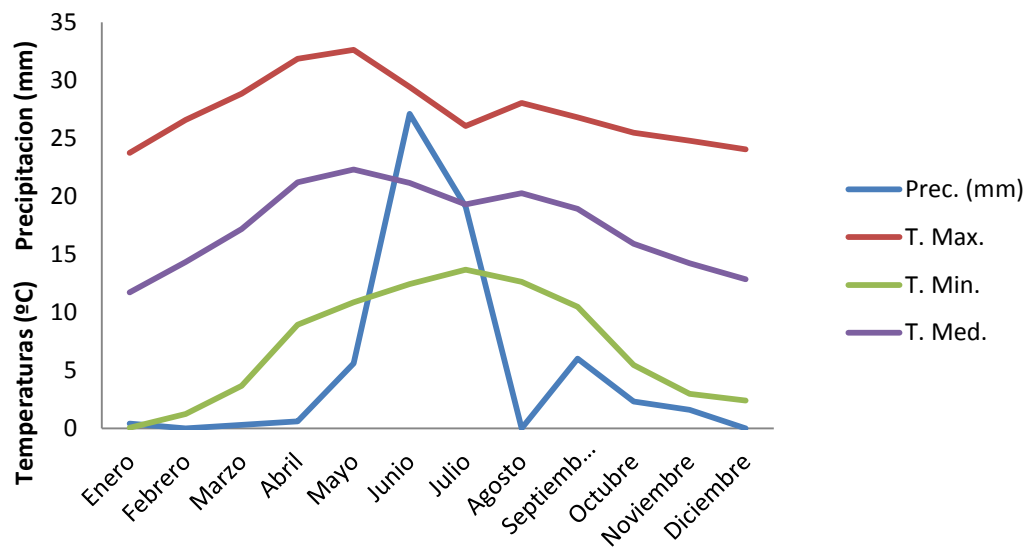


Figura 2. Datos mensuales de precipitación pluvial y temperaturas máximas, medias y mínimas de la región de estudio, durante el período experimental. Fuente. Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimatológicas.

La Figura 2 muestra las temperaturas y precipitación de los meses cuando se realizó el experimento. Los meses de diciembre, enero y febrero son los que presentaron menor temperatura en el año con 0.04 °C, en cambio en los meses de abril, mayo y junio se llegó a una temperatura máxima de 32.63 °C. La precipitación máxima fue en el mes de junio con 27.1 mm.

Variables Evaluadas

Rendimiento de materia seca acumulada (RMSA, kg ha⁻¹)

Se hicieron muestreos en un área de 0.5x 0.5 m cortando las plantas a 5 cm de altura al ras del suelo, se pesó en una balanza digital con aproximación a 1 g y se registró su peso en verde, posteriormente se tomó una submuestra de 50 g y se colocarán en una bolsa de papel estraza y se llevarán a la estufa a 55°C por 72 h para determinar la materia seca.

Rendimiento de materia seca de hoja (RMSH, kg/ha⁻¹)

En cada cosecha de la muestra obtenida se tomó una submuestra de 0.5x0.5 m, de la cual se separaron las hojas y se pesaron en una balanza Ohaus CS200 con aproximación a 0.1 g, para registrar su peso en verde, posteriormente se llevó a la estufa a 55°C por 72 h para determinar la materia seca.

Rendimiento de materia seca de tallo (RMST, kg/ha⁻¹)

En cada cosecha de la muestra obtenida se tomó una submuestra de 0.5x0.5 m, de la cual se separaron los tallos y se pesaron en una balanza Ohaus CS200 con aproximación a 0.1 g para registrar su peso en verde, posteriormente se llevó a la estufa a 55°C por 72 h para determinar la materia seca.

Rendimiento de materia seca de espigas (RMSES, kg/ha⁻¹)

En cada cosecha de la muestra obtenida se tomó una submuestra de 0.5x0.5 m, de la cual se separó las espigas, las cuales se pesaron en una balanza Ohaus CS200 con aproximación a 0.1 g para registrar su peso en verde, posteriormente se llevó a la estufa a 55°C por 72 h para determinar la materia seca.

Rendimiento de materia seca de material muerto (RMSMM, kg/ha⁻¹)

En cada cosecha de la muestra obtenida se tomó una submuestra de 0.5x0.5 m, de la cual se separó el material muerto y se pesaron en una balanza Ohaus CS200 con aproximación a 0.1 g para registrar su peso en verde, posteriormente se llevó a la estufa a 55°C por 72 h para determinar la materia seca.

Altura de planta (AP, cm)

En cada cuadrante de muestreo se midió la altura promedio del dosel del forraje desde la base del tallo a ras del suelo hasta la parte superior de la espiga o inflorescencia.

Disponibilidad de forraje (DF, kg MS)

Los rendimientos de materia seca obtenidos en los diferentes cortes por especie, se graficaron a través de los meses del año, para conocer la curva de crecimiento y disponibilidad de forraje y se enlazó con la gráfica de temperatura y precipitación.

Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado en el presente trabajo de investigación, fue completamente al azar con cinco repeticiones para cada genotipo.

Para el análisis de las variables estudiadas se utilizó un diseño experimental completamente al azar. El análisis estadístico que se utilizó fue el paquete estadístico SAS Ver. 9.1. Para las variables que mostraron diferencias significativas se realizó una prueba de comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 0.05.

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

Dónde:

Y_{ij} = valor de la variable de respuesta

μ = media general

T_i = efecto del tratamiento (Especie de pasto)

E_{ij} = error experimental

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primer Corte Después del Establecimiento

La variable altura mostró diferencias significativas entre los genotipos estudiados (Cuadro 2), donde se observó que el mayor valor fue para el rye grass anual con 17 cm.

El rendimiento de materia verde (RMV) al primer corte después del establecimiento no mostró diferencias significativas (Cuadro 2), tomando como referencia la media general de 7,669 kg de MV ha⁻¹, numéricamente el mayor valor fue para el rye grass anual.

El rendimiento de materia seca total (RMSTOTAL) también mostró diferencias significativas entre los genotipos evaluados, donde el mismo rye grass anual mostró el valor mayor con 2,263 kg de MS ha⁻¹, a éste le siguió la festuca con 1,533 kg de MS ha⁻¹ (Cuadro 2 y Figura 3).

En cuanto a los componentes morfológicos también se observaron diferencias significativas para el rendimiento de materia seca en tallo (RMST) y el rendimiento de materia seca en hoja (RMSH) mostrando el rye grass anual la mayor cantidad de hoja (1,778 kg/ha) y tallo (440 kg/ha). La presencia de espiga fue insignificante ya que los genotipos se cosecharon cuando iniciaba la floración.

Estos resultados son mayores a los que reportó el INTA (2011), ya que en el primer corte reportaron un RMS de 1,239 kg ha⁻¹, y una altura de 31 cm: sin embargo, la altura fue menor a la que obtuvo el INTA en esta investigación, al igual que para la altura que obtuvo Ortiz (2008) para 141 genotipos forrajeros de invierno (28.8 cm).

En otro pasto de clima cálido, Rojas *et al.* (2011), observaron que el Mulato (*Brachiaria ruziziensis* x *B. brizantha*) mostró una altura mayor con 42 cm una producción semejante de tallos (457 kg MS ha⁻¹) y un menor RMSTOTAL (1,125 kg MS ha⁻¹). En cambio Luna *et al.*, (2010) obtuvieron una biomasa total en materia seca para fueron *Festulolium* cv. Spring Green en monocultivo con 1,558 kg MS ha⁻¹ en clima templado, valor más alto a la de esta investigación que fue de 1,032 kg MS ha⁻¹.

Por otra parte, Rubio *et al.* (1976), reportan rendimientos invernales de ballico anual var. Oregon en La Comarca Lagunera para el primer corte de 2,510 y 1,782 kg MS ha⁻¹.

En lo que respecta al contenido de hoja de Luna *et al.* (2010), observaron que el RMSH en el primer corte fue de 1,486 kg MS ha⁻¹ para el monocultivo Ballico cv. Beef Builder, rendimiento menor a la de esta investigación.

Cuadro 2. Comparación de medias de altura, rendimiento de materia verde y seca y sus componentes morfológicos de tres genotipos de pastos en una región semiárida en el primer corte después de la siembra.

GENOTIPO	AP	RMV	RMSTOTAL	RMSH	RMST	RMSMM	RMSES
Festuca	11 b	5578 a	1533 ab	1161 ab	183 b	176 a	12 a
Festulolium	9 b	4785 a	1032 b	906 b	66 b	50 a	9 a
Rye Grass Anual	17 a	7669 a	2263 a	1778 a	440 a	45 a	0 a
Media	12.2	6010	1609	1282	230	90	7
DMS	4.19	4120	998	804	244	139	34

*abc.. Letras diferentes en la misma columna significan diferencias significativas. AP= Altura de la planta (cm), RMV=Rendimiento de materia verde (kg Ms ha⁻¹), RMSTOTAL=Rendimiento de materia seca total que incluye todos los componentes morfológicos (kg Ms ha⁻¹), RMSH=Rendimiento de materia seca de hoja (kg Ms ha⁻¹), RMST=Rendimiento de materia seca de tallo (kg Ms ha⁻¹), RMSMM=Rendimiento de materia seca de material muerto (kg Ms ha⁻¹), RMSES=Rendimiento de materia seca de espiga (kg Ms ha⁻¹).

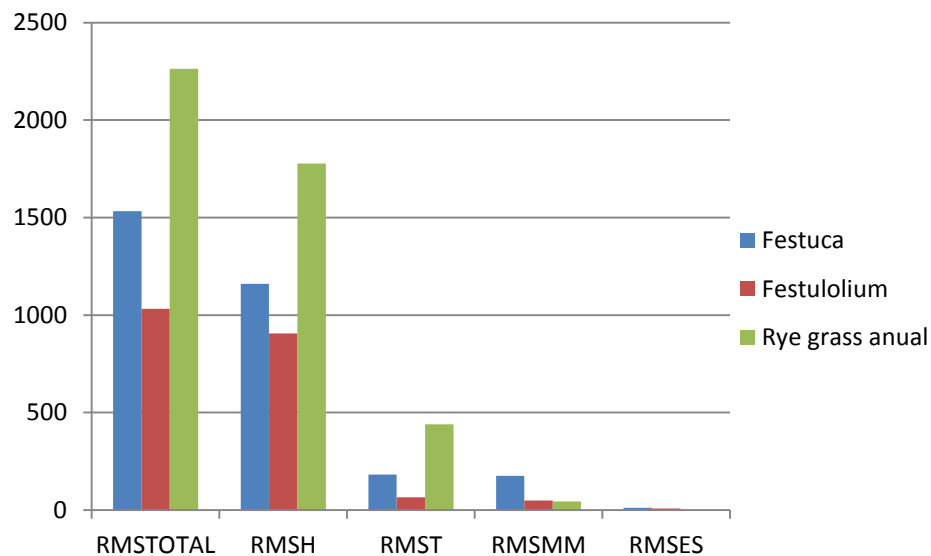


Figura 3. Crecimiento inicial de tres especies forrajeras del clima templado en una región semiárida en estación de invierno.

Segundo Corte Después del Establecimiento

La variable altura mostró diferencias significativas entre genotipos (Cuadro 3), donde el rye grass anual mostró la mayor altura con 12 cm, seguido de la festuca con 10 cm. Estos datos son menores a los de Ortiz (2008) para 141 genotipos forrajeros de invierno (43.8 cm).

Para las demás variables de RMV, RMSTOTAL, RMSH, RMST, RMSMM y RMSES no se observaron diferencias significativas, pero cabe destacar que numéricamente el rye grass anual mostró los valores mayores al ser superiores a la media, excepto para el RMSTOTAL que fue de 694 kg MS ha⁻¹ para el festulolium y 657 kg MS ha⁻¹ para el rye grass anual.

Como se observa en la Figura 4, el festulolium y el rye grass anual, gráficamente mostraron mayor rendimiento en todos los componentes y la materia seca total. El rye grass anual produjo la mayor cantidad de tallo, aspecto que cambia un poco a lo mostrado en el primer corte que fue después de la siembra (primer aprovechamiento).

En este segundo corte que fue a los 30 días después de la primera cosecha con animales, el festulolium destacó en rendimiento al igual que el rye grass.

Los rendimientos de este trabajo de investigación fueron mucho menores a los reportados por Becker *et al.*, (2010) para festuca en tres periodos de crecimiento con 14,392 kg ha⁻¹ para la variedad Maximize y 7,685 kg MS ha⁻¹ para la variedad Flecha.

En cuanto a RMSH los datos de esta investigación, fueron menores a las obtenidas por Luna *et al.*, (2010) para Ballico cv. Beef Builder con 1,486 kg MS ha⁻¹.

Cuadro 3. Comparación de medias de altura, rendimiento de materia verde y seca y sus componentes morfológicos de tres genotipos de pastos en una región semiárida en el segundo corte después de la siembra.

GENOTIPO	ALTURA	RMV	RMSTOTAL	RMSH	RMST	RMSMM	RMSES
Festuca	10 a	1824 a	576 a	242 a	21 a	306 a	7 a
Festulolium	8 b	2384 a	694 a	303 a	37 a	350 a	2 a
Rye Grass Anual	12 a	2240 a	657 a	305 a	67 a	350 a	9 a
Media	10.36	2149	643	283	42	310	6
DMS	1.85	1558	609	170	46	508	8

*abc.. Letras diferentes en la misma columna significan diferencias significativas. AP= Altura de la planta (cm), RMV=Rendimiento de materia verde (kg Ms ha⁻¹), RMSTOTAL=Rendimiento de materia seca total que incluye todos los componentes morfológicos (kg Ms ha⁻¹), RMSH=Rendimiento de materia seca de hoja (kg Ms ha⁻¹), RMST=Rendimiento de materia seca de tallo (kg Ms ha⁻¹), RMSMM=Rendimiento de materia seca de material muerto (kg Ms ha⁻¹), RMSES=Rendimiento de materia seca de espiga (kg Ms ha⁻¹).

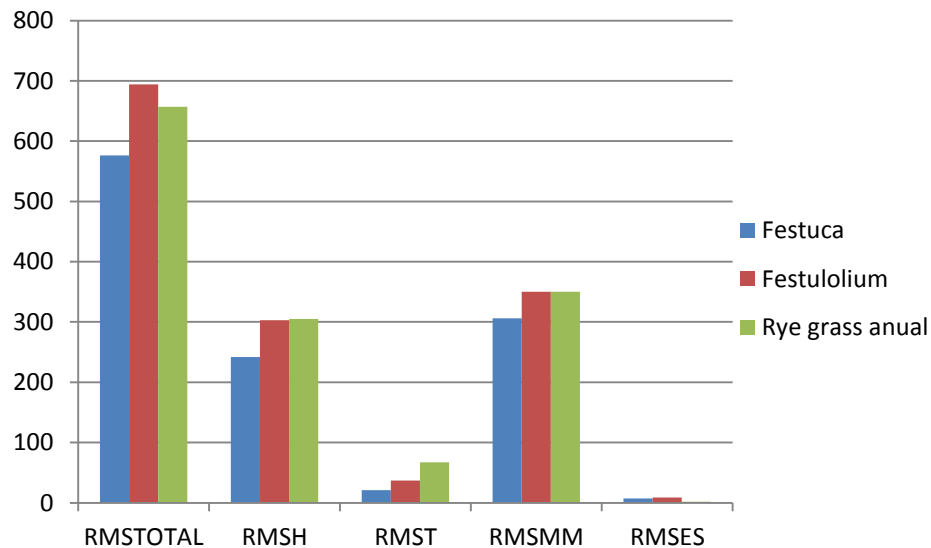


Figura 4. Crecimiento de tres especies forrajeras del clima templado en una región semiárida en estación de primavera.

Tercer Corte Después del Establecimiento

La variable altura mostró diferencias significativas entre genotipos (Cuadro 4), teniendo la mayor altura la festuca con 11 cm, dato muy inferior al obtenido por el INTA (2011) con 33 cm de altura.

Al igual las demás variables el RMV, RMSTOTAL, RMSH, RMSMM, mostraron diferencias significativas teniendo mayores rendimientos el rye grass anual, inclusive valores mayores a la media.

Las variables de RMST y RMSES no tuvieron diferencias significativas, aunque numéricamente para la variable RMST la festuca mostró el mayor valor con 26 kg de MS ha⁻¹ y fue superior a la media.

En este tercer corte es factible observar (Figura 5) que el rye grass anual mostró un mayor crecimiento a los demás pastos evaluados. Datos muy inferiores a los observados por el INTA (2011), ya que su RMS al tercer corte para festuca fue de 4,228 kg ha⁻¹. Y son menores a los de Rubio *et al.*, (1976) quienes reportan rendimientos invernales de ballico anual var. Oregón de 2,035 y 2,640 kg MS/ha⁻¹ para dos sitios.

Cuadro 4. Comparación de medias de altura, rendimiento de materia verde y seca y sus componentes morfológicos de tres genotipos de pastos en una región semiárida en el tercer corte después de la siembra.

GENOTIPO	ALTURA	RMV	RMSTOTAL	RMSH	RMST	RMSMM	RMSES
Festuca	11 a	664 b	94 b	48 b	26 a	16 b	7 a
Festulolium	7 ab	817 ab	144 b	95 ab	12 a	34 b	1 a
Rye Grass Anual	6 b	1013 a	267 a	122 a	15 a	120 a	9 a
Media	8.4	831	169	88	18	56	6
DMS	4.20	309	109	63	27	64	26

*abc.. Letras diferentes en la misma columna significan diferencias significativas. AP= Altura de la planta (cm), RMV=Rendimiento de materia verde (kg Ms ha⁻¹), RMSTOTAL=Rendimiento de materia seca total que incluye todos los componentes morfológicos (kg Ms ha⁻¹), RMSH=Rendimiento de materia seca de hoja (kg Ms ha⁻¹), RMST=Rendimiento de materia seca de tallo (kg Ms ha⁻¹), RMSMM=Rendimiento de materia seca de material muerto (kg Ms ha⁻¹), RMSES=Rendimiento de materia seca de espiga (kg Ms ha⁻¹).

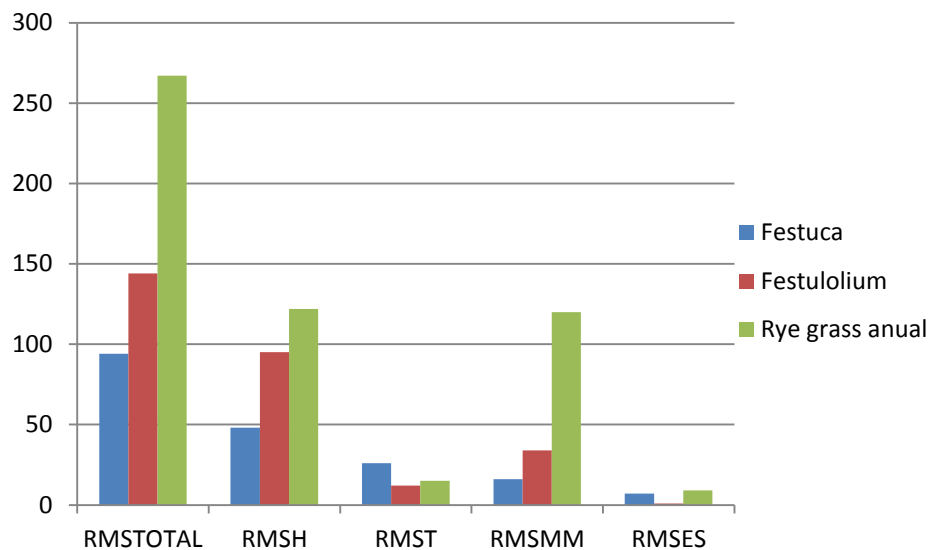


Figura 5. Crecimiento de tres especies forrajeras del clima templado en una región semiárida en estación de primavera.

Cuarto Corte Después del Establecimiento

En este cuarto corte todas las variables mostraron diferencias significativas (Cuadro 5), el rye grass obtuvo mayores valores en las variables de la ALTURA, RMST y RMSES, con valores 17 cm, 60 kg MS ha⁻¹ y 108 kg MS ha⁻¹ (Cuadro 4), respectivamente.

La festuca mostró los mayores valores en las variables RMV, RMSTOTAL y RMSMM, con 912, 439 y 216 kg MS ha⁻¹, respectivamente. El mayor rendimiento de materia seca en la hoja la obtuvo el festulolium con 248 kg ha⁻¹.

Cabe destacar que en este corte sobresalió en mayor crecimiento (Figura 6), debido principalmente a la acumulación de material muerto en la parte inferior de las plantas; por mayor muerte de hojas, que bien pudieran deberse a una enfermedad del pasto.

Los datos aquí mostrados son inferiores a los reportados por Rubio *et al.*, (1976) quienes observaron rendimientos invernales de ballico anual var. Oregón de 2067 y 2891 kg MS ha⁻¹ en dos sitios.

La mayor presencia de espiga del rye grass anual concuerda con lo mencionado por INIFAP (1998), al mencionar que si las plantas espigan al siguiente corte se verá afectado el RMS del pasto ya que su recuperación será lenta, lo cual pasó en el corte

anterior, que se dejó que las plantas espigaran, y en este corte disminuyó el rendimiento del rye grass anual con respecto a los cortes anteriores.

Cuadro 5. Comparación de medias de altura, rendimiento de materia verde y seca y sus componentes morfológicos de tres genotipos de pastos en una región semiárida en el cuarto corte después de la siembra.

GENOTIPO	ALTURA	RMV	RMSTOTAL	RMSH	RMST	RMSMM	RMSES
Festuca	8 b	912 a	430 a	183 a	17 b	216 a	13 b
Festulolium	9 b	832 a	324 b	248 a	12 b	55 b	8 b
Rye Grass Anual	17 a	552 b	316 b	78 b	60 a	68 b	108 a
Media	11.93	765	356	169	30	113	43
DMS	2.72	250	71	95	35	74	35

*abc.. Letras diferentes en la misma columna significan diferencias significativas. AP= Altura de la planta (cm), RMV=Rendimiento de materia verde (kg Ms ha⁻¹), RMSTOTAL=Rendimiento de materia seca total que incluye todos los componentes morfológicos (kg Ms ha⁻¹), RMSH=Rendimiento de materia seca de hoja (kg Ms ha⁻¹), RMST=Rendimiento de materia seca de tallo (kg Ms ha⁻¹), RMSMM=Rendimiento de materia seca de material muerto (kg Ms ha⁻¹), RMSES=Rendimiento de materia seca de espiga (kg Ms ha⁻¹).

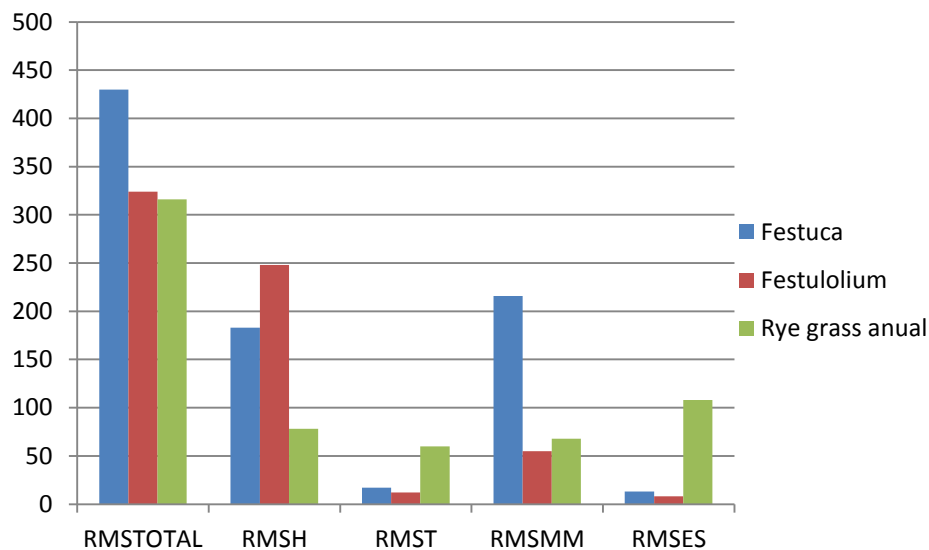


Figura 6. Crecimiento de tres especies forrajeras del clima templado en una región semiárida en estación de primavera-verano.

Quinto Corte Después del Establecimiento

La ALTURA, RMV, RMST, RMSMM y RMSES mostraron diferencias significativas entre los genotipos evaluados (Cuadro 6), donde el rye grass anual mostró los mayores rendimientos, excepto para MM donde fue la festuca con el mayor valor.

En este corte los RMS fueron menores a los obtenidos por Rubio *et al.*, (1976) quienes reportan rendimientos invernales de ballico anual var. Oregon de 2,204 y 1720 kg MS ha⁻¹.

Si sumamos los rendimientos de los cinco cortes de los seis meses de evaluación en este trabajo de investigación, se puede observar que los rendimientos son mucho menores a los obtenidos por Appendini (2003) quienes evaluaron especies de gramíneas de clima templado para regiones semicálidas y templadas de Matamoros, Coahuila. En este experimento todas las variedades de festuca alta tuvieron altos RMS con 72.98 ton MS ha⁻¹ y el rye grass perenne un rendimiento de 47.50 ton ha⁻¹ por año de producción, en tres años de estudio. De igual forma Rubio Rubio *et al.*, (1976), obtuvieron valores mayores en cinco cortes acumulados de 10,060 y 11,275 kg MS ha⁻¹.

En este corte cinco los RMSTOTAL se muestran equilibrados entre la festuca y el rye grass anual (Figura 6), con la diferencia que la festuca muestra mayor cantidad de hoja y material muerto.

Lo anterior, se debe a que ya este crecimiento se dió en pleno verano, y con algunas deficiencias de humedad; donde el rye grass anual tendió a elongar el tallo, producir poca hoja y a espigar. Estos aspectos coinciden con lo que menciona Muslera *et al.* (1991), que en verano la festuca es la gramínea de clima templado que mejor crece en zonas calurosas, pues su óptimo térmico está por encima del rye grass, y del dácilo, a la que supera en producción en esta época cuando dispone de agua. Sus principales inconvenientes son ser de poca duración, totalmente reespigante y no crecer en verano (Gillet, 1984).

Cuadro 6. Comparación de medias de altura, rendimiento de materia verde y seca y sus componentes morfológicos de tres genotipos de pastos en una región semiárida en el quinto corte después de la siembra.

GENOTIPO	ALTURA	RMV	RMSTOTAL	RMSH	RMST	RMSMM	RMSES
Festuca	9 b	700 a	255 a	188 a	7 b	58 a	0 b
Festulolium	6 b	344 b	149 a	121 a	6 b	21 a	0 b
Rye Grass Anual	23 a	712 a	255 a	58 a	53 a	19 a	23 a
Media	13.33	585	186	122	22	33	8
DMS	7.45	322	149	151	23	46	4

*abc.. Letras diferentes en la misma columna significan diferencias significativas. AP= Altura de la planta (cm), RMV=Rendimiento de materia verde (kg Ms ha⁻¹), RMSTOTAL=Rendimiento de materia seca total que incluye todos los componentes morfológicos (kg Ms ha⁻¹), RMSH=Rendimiento de materia seca de hoja (kg Ms ha⁻¹), RMST=Rendimiento de materia seca de tallo (kg Ms ha⁻¹), RMSMM=Rendimiento de materia seca de material muerto (kg Ms ha⁻¹), RMSES=Rendimiento de materia seca de espiga (kg Ms ha⁻¹).

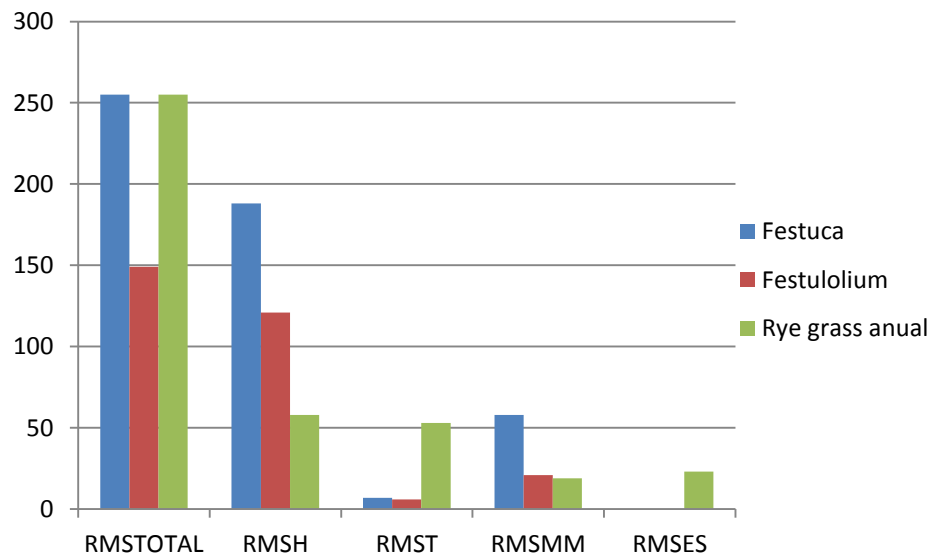


Figura 7. Crecimiento de tres especies forrajeras del clima templado en una región semiárida en estación de verano.

Curva de Crecimiento y Disponibilidad de Forraje

La curva de crecimiento y la disponibilidad del forraje verde y materia seca de los pastos estudiados se muestran en la Figura 8 y 9. En ellas, es factible observar que los mayores rendimientos o disponibilidad de forraje fue en el primer corte que se dió después del establecimiento y este se fue en la época de invierno (Figura 2) cuando las condiciones fueron óptimas para las tres especies por ser de clima templado y sobre todo de crecimiento invernal.

Estos aspectos coinciden con Hannaway *et al.*, 1999, quienes mencionan que es una gramínea perenne amacollada de clima templado, nativo de Europa y norte de África. Soporta el frío, el calor, la sequía así como el exceso de agua. Pero solo desarrolla su potencial en tierras ricas y profundas (Gillet, 1984).

Hannaway *et al.* (1999) mencionan que la festuca alta se adapta principalmente a regiones templadas y en menor grado a regiones cálidas con temperaturas medias anuales entre 10 y 21 °C, pero donde la temperatura del mes más caliente sea menor de 32 °C.

En el caso de praderas de esta especie en condiciones de temporal, se requieren localidades con una precipitación pluvial mayor de 600 mm al año. Semillas Correa (2010), menciona que el *festulolium* en lugares con inviernos regulares a fuertes, es donde este pasto se desarrolla muy bien debido a su requerimiento de horas frío que lo hace altamente rendidor, muy palatable y alto en contenido de proteína.

Gillet (1984) menciona que el rye grass italiano está adaptado a temperaturas frescas. Su óptimo esta en los alrededores de solamente 18-20 ° C. sin embargo su comportamiento estival depende enormemente de su edad. Es sensible a la sequía (Gillet, 1984).

Lo anterior demuestra que una vez que las temperaturas son altas y con poca humedad, los rendimientos disminuyen, como se observa en la Figura 8 y 9. Por efecto de esas altas temperaturas y poca humedad, el *festulolium* aumentó su rendimiento en el segundo corte y en los siguientes ciclos o cortes destacó la festuca, al soportar más la sequía y el rye grass se afectó por necesitar más humedad.

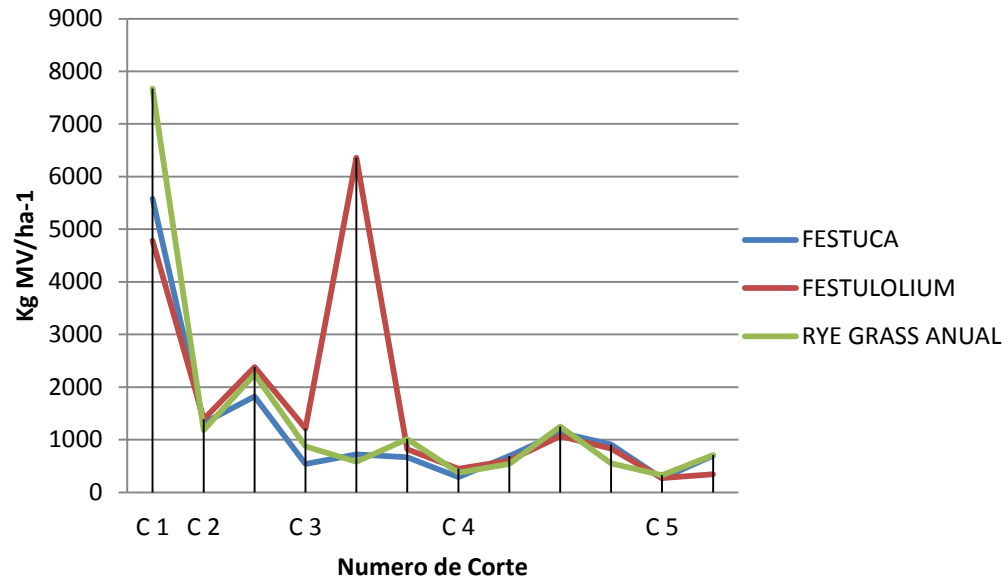


Figura 8. Rendimiento de Materia Verde de tres especies forrajeras del clima templado en una región semiárida en la duración del experimento.

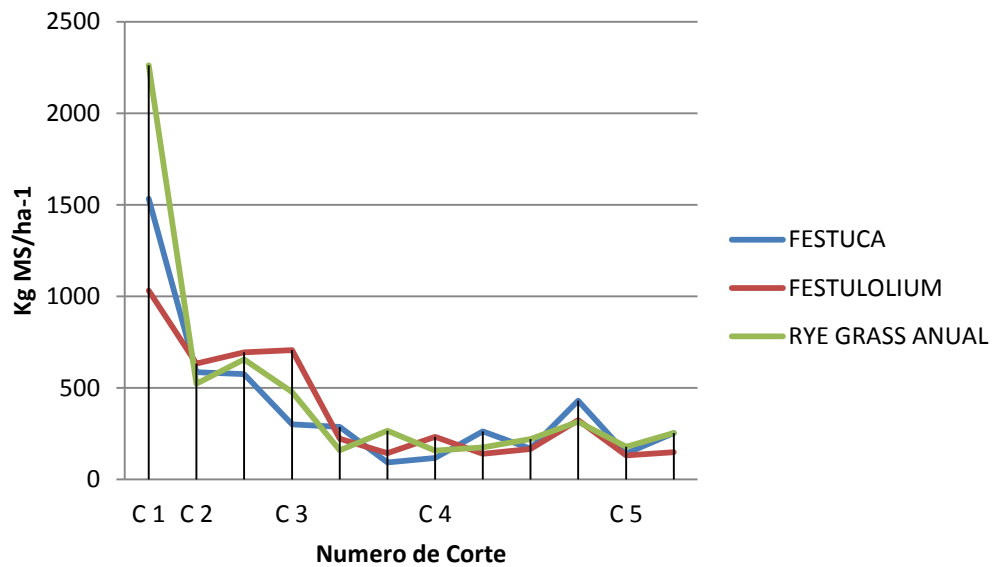


Figura 9. Rendimiento de Materia seca total de tres especies forrajeras del clima templado en una región semiárida en la duración del experimento.

CONCLUSIONES

Existió una respuesta diferencial de las especies de gramíneas de clima templado evaluadas en una región semiárida.

El rye grass anual tuvo mayor producción de forraje y una producción de materia seca al sumar el total de los ciclos de crecimiento influenciado por el rendimiento del primer corte.

La festuca mostro una mejor adaptación en cada corte que las otras especies ya que presento un mayor rendimiento en condiciones de deficiencia de humedad y alta temperatura.

El festulolium mostró menor producción de materia seca que la festuca alta y el rye grass anual en una región semiárida de México.

La curva de crecimiento de los forrajes y la disponibilidad de materia seca se ven afectadas por la baja humedad y la presencia de temperaturas altas.

En la estación de invierno se mostró la mayor producción de materia seca de las tres especies forrajeras estudiadas.

LITERATURA CITADA

- Andrade M., 2006. Evaluación de técnicas de manejo para mejorar la utilización del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex Chiov) en la producción de ganado lechero en Costa Rica. Tesis de licenciatura, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. p 225.
- Appendini C. S., 2003. Potencial productivo de gramíneas de clima templado en diferentes ambientes de México" Universidad De Colima, Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias, Colima, Col.
- Barker D. J.; Lancaster, J. A., Moloney, S. C., 1993. Introduction, production, and persistente of five grass species in dry hill. New Zealand Journal of Agricultural Research 36: 61-66 pp.
- Bartels J.M. 1996. Cool season forage grasses. Agronomy technical book, No. 34. Madison, Wisconsin, U.S.A. 12-64 pp.
- Becker, Guillermo F., Willems P., 2010. Ensayo Sobre Festuca. P. INTA EEA Bariloche. Verificada en Junio de 2013 (En línea). Disponible en http://www.picunleufupca3.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=188:ensayo-sobre-festuca&catid=60:resultados-de-ensayos
- Bertín D. O., Dell'Agostino E., 2003. El pastoreo otoño-invernal de la festuca alta (*festuca arundinacea schreb*) y la producción de semilla. Revista de Tecnología Agropecuaria, 7(20):28-31 pp.
- Bolaños A., González-Hernández V., Pérez P., Intensidad de pastoreo, rendimiento y tasa de crecimiento de ballico perenne. Revista Fitotec Mex 1995;(18):35-42 pp.
- 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.
- 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 en

- Chapingo México. Tesis profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 61 p.
- Church D. C., Pond W. G., 1987. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Limusa, Wiley. México. D.F.
- Demagnet F. R., 2011. Pasturas Permanentes para Producción de Carne Bovina, Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera.
- ESTEREO, *Festulolium Lofa*. Verificado en junio 2013 (En línea). Disponible en http://www.estero.com.uy/images/fichas_en_PDF/pasturas_fichas/ficha%20de%20gramineas/Festulolium%20Lofa.pdf
- Fulkerson W. J., Donaghy D. J., 2001. Plant-Soluble Carbohydrate Reserves And senescence key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass-based pastures: a review. Australian Journal of Experimental Agriculture. 41:261-275 pp.
- Gardner P. F.; Brent, P. R., Mitchell R. L., 1985. Physiology of Crops Plants. Iowa State university press. Ames, Iowa, U.S.A. 95-193 pp.
- García E., 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM. p 246.
- Gillet, M., 1984. Las gramíneas forrajes: descripción, funcionamiento, aplicaciones al cultivo de la hierba. Editorial Gauthier-Villars, Bodas. 299-341 pp.
- Grupo VENSO. Festuca, forraje fibra larga. Verificado en junio 2013 (En línea). Disponible en, http://www.venso.es/img/producto/fichas_cast/Festuca_Forage_Fibra_Larga.pdf.
- Hannaway D., Fransen S., Cropper, J., Teel M., Chaney M., Griggs T., Halse R., Hart J., Cheeke P., Hansen D., Klinger R., Lane W., 1999. Perennial Ryegrass. Oregon State University. Oregon. U.S.A. PNW. p 503.
- Heath, E. M, Barnes, R. F., Metcalfe F., 1985. Forages: The science of grassland agriculture. 4th Edition. Iowa State University Press. Ames, Iowa, U.S.A.

- HYKOR, *Festulolium Perenne (Festuca arundinacea y Lolium perenne)*. Producción y persistencia. Verificada en Junio 2013 (En línea). Disponible en <http://www.sg-2000.com/fichas/Hykor.pdf>
- Hughes H. D., 1981. Forrajes, la ciencia de la Agricultura basada en la Producción de Pastos. Compañía Editorial Continental, S. A., México. p 773.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 1985. Síntesis geográfica del estado de San Luis Potosí, México, D. F. p 186.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), 1998. Guía para la asistencia técnica agrícola, área de influencia del campo experimental pabellón. Campo Experimental Pabellón, Pabellón de Arteaga, Ags., México, 262-267 pp.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), (2011). Avances En Festuca Alta. Red de ensayos comparativos de producción de materia seca bajo corte de cultivares de festuca alta. Proyecto Introducción y evaluación de cultivares y especies forrajeras. Área Estratégica Forrajes y Pasturas Año 2 numero 2.
- Luna G. M., Ramírez J. M., Alarcón Z. B., 2010. Evaluación de rendimiento, calidad y composición botánica de asociaciones y monocultivos en Chapingo, México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Martínez S. J., 1982. Producción de forraje de cuatro variedades de ballico anual *Lolium multiflorum*. Lam en seis fechas de siembra. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- McCullough P., Cornejo L., 2011. Uso de Herbicidas de Preemergencia para *Digitaria* y Otras Malezas Anuales de Verano. Learning for Life. Bulletin 1389-SP.
- Minson J., 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic press, Inc. St. Lucia, Queensland, Australia. 200-253 pp.
- Moser L. E., Hoveland C. S., 1996. Cool-season Grass Overview. Season Forage Grasses. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA Publishers. 471-633 pp.

- Muslera P. E., Ratera G., 1991. Praderas y Forrajes. Producción y aprovechamiento. Ediciones Mundi-Presa, segunda edición revisada y ampliada, Madrid, España.
- Ortiz M. P., 2008. Evaluación de componentes productivos de 141 Genotipos de ballico anual (*Lolium multiflorum* L.) En Chapingo, México. Tesis profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autonoma de Chapingo.
- Pérez B. M., Hernández G. A., Pérez P. J., Herrera H. J., Barcena G. R., 2002. Respuesta productiva y dinámica de rebrote del ballico perenne a diferentes alturas de corte. *Téc Pecu Méx* 2002; 40(3):251-263 pp.
- Príncipe P. O., 2008. Proyecto: "Fortalecimiento de la cadena productiva de leche del distrito de Cusca, Provincia de Corongo". Centro de estudios para el desarrollo y la participación. CUSCA. 8-11 pp.
- Ramírez J., Herrera R., Leonard I., Verdecia D., Álvarez Y., 2012. Rendimiento y calidad de la *Brachiaria decumbens* en suelo fluvisol del Valle del Cauto, Cuba. Universidad de Granma, Instituto de Ciencia Animal.
- Ramírez R. O., Hernández G. A., Carneiro S., Pérez J., Enríquez Q. J., Quero C. A., Herrera H. J., Cervantes N. A., 2009. Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte. *Tec Pecu Méx*; 47(2):203-213 pp.
- Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimatológicas. Verificada Abril 2013 (En línea). Disponible en <http://clima.inifap.gob.mx/redclima/rednacional.html>.
- Reyes M. F., 1991. Manejo agronómico del ballico perenne en la zona templada de México. Producción y utilización de praderas de los ballicos anual y perenne. Publicación especial No. 20. INIFAP. 10-16 pp.
- Rimieri P., Rosso B., Carrete J., Pagano E. M., Biagioli C., Cuyeu A. R., Ríos R. D., 2006. Características agronómicas, nutricionales y moleculares de una colección de germoplasma de festuca alta (*Festuca arundnacea* Schreb.) INTA EEA, Pergamino, Buenos Aires. 58 p.
- Rojas S., Olivares J., Jiménez R., Gutiérrez I, Avilés F., 2011. Producción de materia seca y componentes morfológicos de cuatro cultivares de *Brachiaria* en el trópico. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 15(1): 3-8 pp.

- 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-INIASAG. Comarca Lagunera, México. 93-106 pp.
- Sánchez B. C., Talamantes R. A., Bravo L. A., Claverán A. R, Hernández J. S., 1981. Un sistema de producción de leche bajo pastoreo en Zacatecas (Primera evaluación). Publicación especial Núm 79. INIA, SAHR.
- Semillas Correa. 2010. *Festulolium*. Verificada Noviembre 2011 (En línea). Disponible en http://www.scorrea.com/nuevo_producto.html
- Spedding C., Diekmahns E., 1972. Grasses and legumes in British Agriculture. Bulletin 49. Commonwealth bureau of pastures and field crops. Farnham Royal, Bucks, England:Commonwealth Agriculture Bureaux. p 511.
- Velasco Z. E., Perezgrovas G. A., Pérez D. A., Adriano A. M., Salvador F. M., 2009. Tasa de crecimiento y rendimiento del pasto *Panicum máximum* cv mombasa, a tres frecuencias de corte en vertisoles de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. VI Simposio Internacional de Pastizales.
- Velasco Z. E., Hernández G. A., González H. V., 2005. Rendimiento y valor nutritivo del ballico perenne (*Lolium perenne* L.) en respuesta a la frecuencia de corte. Tec. Perú México 2005; 43(2):247-258 pp.
- Villalobos L., Sánchez J., (2010). Evaluación agronómica y nutricional del pasto ryegrass perenne tetraploide (*Lolium perenne*) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. I. Producción de biomasa y fenología. Agronomía Costarricense 34(1): 31-42 pp.
- Whyte R. O., Mohir T. R., Cooperet J. P., 1959. Las gramíneas en la agricultura, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion, Roma. 380 p.