

Evaluation of ryegrass (*Lolium* sp.) establishment in kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) paddocks using zero tillage[‡]

*Evaluación del establecimiento de ryegrass (*Lolium* sp.) en potreros de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) usando la metodología de cero labranza*

*Avaliação do estabelecimento de ryegrass (*Lolium* sp.) em piquetes de quicúio (*Pennisetum clandestinum*) utilizando a metodologia de zero labrança*

Sandra Posada Ochoa^{1*}, Zoot, PhD; Juan Manuel Cerón², Zoot, Esp; Jhon Arenas³, Zoot; Juan Fernando Hamedt¹, Zoot; Andrés Álvarez¹, Zoot

*Autor para correspondencia: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, Escuela de Producción Agropecuaria. Carrera 75 No. 65 87 Medellín. E-mail: slposada@gmail.com

¹Grupo de Investigación en Ciencias Agrarias-GRICA, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Producción Agropecuaria, Universidad de Antioquia, AA 1226, Medellín, Colombia; ²Cooperativa Lechera Colanta, Medellín, Colombia; ³Consemillas, Medellín, Colombia

(Recibido: 14 de febrero, 2013; aceptado: 3 de mayo, 2013)

Abstract

Ryegrass seeding may be limited by the lack of farming machinery. The aim of this study was to evaluate the establishment of three ryegrass (*Lolium* sp.) genotypes (annual diploid, annual tetraploid, and hybrid tetraploid) in kikuyu grass pastures (*Pennisetum clandestinum*) with seeding based on zero tillage. The first agronomic evaluation of ryegrass was conducted 60 days after seeding and then every 35 days until the fourth grazing. For data analysis we used a linear mixed model with grass genotype, topography, and number of cuts as fixed effects. The random effect was the farm. Biomass and establishment percentage were better in the high area (flat terrain) for the three genotypes ($p < 0.05$). Biomass of annual diploid ryegrass was higher in the high and slope area ($p < 0.05$). The leaf/stem ratio, height, length, and width of the last and fully elongated leaf were statistically significant ($p < 0.05$) between the different cuts for all genotypes, showing that grass growth increases with the number of cuts when rational grazing management is provided. The results of this study support the conclusion that greater adaptation of diploid ryegrass associated with Kikuyu grass positively impacts biomass production under zero tillage.

[‡]Para citar este artículo: Posada Ochoa S, Cerón JM, Arenas J, Hamedt JF, Álvarez A. Evaluación del establecimiento de ryegrass (*Lolium* sp.) en potreros de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) usando la metodología de cero labranza. Rev CES Med Zootec. 2013; Vol 8(1):23-32.

Key words

Biomass, plant establishment, zero tillage.

Resumen

La siembra de ryegrass puede estar limitada por la carencia de maquinaria en las explotaciones ganaderas. El objetivo de este estudio fue evaluar el establecimiento de tres genotipos de ryegrass (*Lolium* sp.) -anual diploide, anual tetraploide, e híbrido tetraploide- en pasturas de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) con siembra basada en cero labranza. La primera evaluación agronómica del ryegrass se hizo 60 días luego de la siembra y luego cada 35 días, hasta el cuarto pastoreo. Para el análisis de la información se empleó un modelo lineal mixto con genotipo del forraje, topografía, y número de corte como efectos fijos. El efecto aleatorio fue finca. La biomasa y el porcentaje de establecimiento fueron mejores en la zona alta (terreno plano) ($p < 0,05$) del potrero en los tres genotipos evaluados. La biomasa del ryegrass anual diploide fue superior en la zona alta y de ladera ($p < 0,05$). Relación hoja/tallo, altura, longitud, y ancho de la última hoja completamente elongada presentaron diferencia estadística significativa ($p < 0,05$) entre los diferentes cortes y en todos los genotipos, evidenciando que el crecimiento del pasto aumenta con el número de cortes, siempre y cuando se haga un manejo racional del pastoreo. Los resultados de este trabajo permiten concluir que la mayor adaptación del ryegrass diploide impacta positivamente la biomasa producida con cero labranza y en asociación con kikuyo.

Palabras clave

Biomasa, establecimiento de plantas, labranza cero.

Resumo

A cultura do ryegrass pode ver-se limitada pela carência de maquinaria agrícola nas empresas criadouros de gado. O objetivo deste trabalho foi avaliar o estabelecimento de três genótipos de ryegrass (*Lolium* sp.) -anual diploide, anual tetraploide e híbrido tetraploide- em piquetes estabelecidos previamente com quicuío (*Pennisetum clandestinum*), sob uma metodologia de cultivo baseado em zero labrança. A primeira medição agrônômica nos piquetes semeados com o ryegrass realizou-se aos 60 dias de cultivo e após cada 35 dias, até a quarta vez que o piquete foi pastejado. Para a análise da informação empregou-se um modelo lineal misto, no qual os efeitos fixos foram: o genótipo do ryegrass, a topografia e o número de corte e o efeito aleatório foi à fazenda. Nos três genótipos avaliados, a biomassa e a porcentagem de estabelecimento mostraram um melhor comportamento na zona alta (piquete plano) ($p < 0,05$). A biomassa foi superior no ryegrass anual diploide na zona alta e de ladeira ($p < 0,05$). A relação folha/talho, a altura, a longitude e o comprimento da última folha completamente estendida, apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre as diferentes safras e em todos os genótipos, demonstrando assim que o crescimento do ryegrass aumenta com o número de cortes, sempre e quando se realize um manejo racional de pastejo. Os resultados obtidos no presente trabalho permitem concluir que a maior adaptação do ryegrass diploide é uma característica que impacta positivamente a biomassa produzida sob a metodologia de cultura avaliada, em associação com o pasto quicuío.

Palabras clave

biomasa, establecimiento de plantas, labranza cero.

Introducción

La ganadería colombiana ocupa el tercer lugar de Suramérica en términos de inventario, después de Argentina y de Brasil, y el puesto número doce a nivel mundial ⁹. Sin embargo, presenta índices productivos y económicos limitados, que se manifiestan en una baja productividad por hectárea. En Colombia, el sector ganadero aporta 3,5% al PIB total y el inventario consta de 23,5 millones de cabezas de ganado ⁹. De acuerdo con la Federación Colombiana de Ganaderos ¹², el 54,8% del hato se destina a la producción de carne (cría, levante y ceba), el 38,8 % al doble propósito y solamente un 6,4% a la lechería especializada. La implementación de tecnologías que se adapten a los recursos disponibles le permitirá al sector ganadero incrementar su productividad y rentabilidad. Uno de los aspectos que más puede impactar el desarrollo tecnológico es la introducción de forrajes mejorados en sus sistemas de producción, alimentos que representan la principal fuente de alimentación de los rumiantes y que, muchas veces, son limitados en cantidad y calidad de biomasa.

La investigación en forrajes ha evolucionado rápidamente en el mundo, buscando obtener variedades de mayor producción y mejor calidad. Uno de los logros más significativos es la obtención de híbridos entre especies de ryegrass anual (*Lolium multiflorum*) por ryegrass inglés (*Lolium perenne*). La especie perenne garantiza una larga vida de la pradera, la especie anual se caracteriza por su rápido establecimiento y fácil recuperación. Posteriormente se logró duplicar el número de cromosomas y aparecieron los llamados tetraploides (4n) que presentan una serie de ventajas sobre los ryegrasses corrientes (2n). De acuerdo con las condiciones y necesidades de las diferentes zonas, los materiales que presenten mejores condiciones, se seleccionan y se mezclan (blend), con el objeto de que el material seleccionado y comercializado, tenga amplia base genética y se adapte a condiciones variables de clima, suelo y presencia de enfermedades ^{6,7}.

El ryegrass perenne es un forraje de clima templado cuyo valor nutricional es superior al de los pastos tropicales de altura (>2500 msnm) ²⁸. El establecimiento del ryegrass en diversas explotaciones del norte de Antioquia se ha realizado con éxito mediante la utilización de maquinaria, sin embargo, un gran número de productores ha visto limitadas sus expectativas de siembra por la carencia de esta tecnología en sus fincas. El rejuvenecimiento como práctica agronómica que puede ser adoptada por la gran mayoría de los productores de leche, genera las condiciones para fomentar el crecimiento de especies valiosas en la pradera mediante el control de la competencia que efectúan otras especies forrajeras ¹, presentándose como alternativa para el establecimiento de forrajes sin la participación de maquinaria agrícola. El objetivo de este trabajo fue evaluar el establecimiento de tres genotipos de Ryegrass (*Lolium* sp.) -anual diploide, anual tetraploide e híbrido tetraploide- en pasturas de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) usando la metodología de rejuvenecimiento (labranza cero).

Materiales y métodos

Localización y materiales evaluados

Esta investigación se desarrolló en tres fincas ubicadas en municipios del Altiplano Norte Antioqueño, a saber: Santa Rosa de Osos, San Pedro de los Milagros y Entreríos. En cada una de las fincas se evaluaron tres genotipos de ryegrass (*Lolium* sp.) en pasturas de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Los genotipos evaluados fueron anual diploide, anual tetraploide e híbrido tetraploide.

Establecimiento

La metodología de establecimiento que se implementó fue labranza cero, en la cual se realizó un adormecimiento del kikuyo bajo la metodología de rejuvenecimiento que se describe a continuación: el kikuyo se sometió a un pastoreo a fondo, aproximadamente a 10 cm del suelo, y pasados cinco días de haber salido los animales del potrero, momento en el cual se estaba presentando el

rebrote del forraje, se aplicó glifosato (Rocket®) a razón de 600 g/ha (producto comercial). El producto causó un efecto de adormecimiento del kikuyo y disminuyó la competencia para la germinación de la semilla y el crecimiento inicial del ryegrass. La semilla se adicionó al suelo el mismo día de aplicación del herbicida en una cantidad de 45 kg/ha y se incorporó a la pradera al voleo.

El área total empleada en cada finca fue de 4500 m² aproximadamente, distribuida lo más uniformemente posible en nueve parcelas. El efecto de la topografía (zona alta, zona de ladera, zona baja) fue considerado para la distribución de los tratamientos, garantizando tres parcelas en cada condición, a las cuales fueron aleatoriamente asignadas los tres genotipos evaluados.

Fertilización

Al momento de la siembra se hizo una aplicación fosfórica de alta solubilidad, a razón de 40 kg/ha de P₂O₅, para favorecer el enraizamiento. A los 15 días de la germinación de las semillas, lo que correspondió a un período aproximado de 21 días después de la siembra, se realizó una fertilización consistente en 50 kg N/ha y 40 kg K₂O/ha. El programa de fertilización se ajustó al tradicionalmente implementado en las fincas del norte antioqueño para la implementación de forrajes.

Evaluación agronómica

A los 60 días de la siembra se realizó la primera evaluación agronómica y se determinó el momento en que se haría el primer pastoreo. Las evaluaciones siguientes se realizaron cada 35 días, coincidiendo con cada período de recuperación de los potreros, hasta el cuarto pastoreo. Se evaluó siempre la misma área, la cual estuvo contemplada dentro de un marco de 0,25 m² y se tomó la información de cinco plantas en lo correspondiente a: 1) Altura no disturbada desde el piso y antes de realizar el corte (cm), 2) Longitud de la última hoja completamente elongada (cm), incluyendo solamente la lámina desde la base hasta el ápice, 3) Ancho de la parte media de la última hoja completamente elongada (cm), 4) Relación Hoja:Tallo (g/g), para lo cual se estableció el peso total de las hojas de cinco plantas (a), realizando el mismo procedimiento con los tallos (b) y posteriormente se trabajó la relación matemática (a)/(b).

Para la determinación de la biomasa en cada una de las parcelas se empleó el método de rendimiento comparativo ¹³. Para ello se ubicaron los marcos (de 0,25 m²) uno (1), tres (3) y cinco (5) en los sitios de bajo, medio y alto rendimiento de la pastura, respectivamente. Luego el forraje contenido en cada uno de ellos se cortó a una altura de 10 cm y se pesó. El promedio del peso de los sitios uno (1) y tres (3) correspondió al sitio dos (2) y el promedio del peso de los sitios tres (3) y cinco (5) correspondió al sitio cuatro (4). Después se recorrió la respectiva parcela en forma de equis efectuando 10 estimaciones visuales, de tal forma que el número total de estimaciones visuales en el área evaluada correspondió a 90. En cada estimación visual se calificó la disponibilidad de forraje de acuerdo con la escala previamente definida e igualmente se estableció el porcentaje de establecimiento de ryegrass.

Valoración nutricional

De cada parcela se recolectaron exclusivamente muestras de ryegrass con el fin de determinar su composición nutricional en lo referente a porcentaje de: materia seca (MS), proteína bruta (PB), material inorgánico (MI), extracto etéreo (EE) ⁴, fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) ²⁷. Matemáticamente se determinó el contenido de carbohidratos no estructurales (CNE) a partir de la ecuación $\%CNE = 100 - (\%PB + \%EE + \%MI + \%FDN)$ ²⁰.

Diseño estadístico

Para el análisis de la información se empleó un modelo lineal mixto, donde el genotipo de forraje, la topografía y el número de corte representaron los efectos fijos, y la finca constituyó el efecto aleatorio. La comparación del efecto promedio se valoró por el procedimiento LSMEANS ajustado al método de Tukey (p<0,05). Análisis de estadística descriptiva, incluyendo media

Resultados

La composición química de los tres genotipos de ryegrass (*Lolium* sp.) evaluados en el presente estudio se presenta en la tabla 1. Los valores corresponden al promedio del segundo y cuarto corte.

Tabla 1. Composición nutricional de los tres genotipos de ryegrass (*Lolium* sp.).

Composición química	Genotipo		
	Híbrido tetraploide	Anual diploide	Anual tetraploide
MS	13,7	12,9	13,8
PB	18,8	18,3	18,9
EE	4,8	4,7	4,6
MI	11,0	11,9	11,4
FDN	41,5	40,8	40,8
FDA	26,7	27,0	27,9
CNE	23,9	24,2	24,3

¹MS=materia seca, PB=proteína bruta, EE=extracto etéreo, MI=material inorgánico, FDN=fibra detergente neutra, FDA=fibra detergente ácida, CNE=carbohidratos no estructurales

Los valores de biomasa y porcentaje de establecimiento correspondientes a los diferentes genotipos de forraje, en cada una de las topografías se presenta en la Tabla 2. Las dos variables mencionadas registraron mayores valores en las parcelas de la zona alta y menores en las parcelas de la zona baja ($p<0,05$) para los tres genotipos evaluados. La biomasa, pero no el porcentaje de establecimiento, fueron estadísticamente superiores

($p<0,05$) en el genotipo anual diploide en la zona alta y de ladera. Las demás variables evaluadas, a saber, relación hoja/tallo, altura, longitud y ancho de la última hoja completamente elongada, no presentaron diferencia estadística significativa ($p>0,05$) para una misma topografía entre los diferentes genotipos, como tampoco para un mismo genotipo entre las diferentes topografías (datos no reportados).

Tabla 2. Valores medios por corte de biomasa (kg MS/m²) y establecimiento (%) de los tres genotipos de ryegrass (*Lolium* sp.) en las diferentes topografías.

	Genotipo					
	Híbrido tetraploide		Anual diploide		Anual tetraploide	
	Prom ¹	DE ²	Prom	DE	Prom	DE
Biomasa, kg MS/m ²						
Zona alta	0,13 b A	0,03	0,16 a A	0,04	0,14 b A	0,03
Zona de ladera	0,10 b AB	0,02	0,14 a AB	0,03	0,08 c B	0,02
Zona baja	0,08 a B	0,02	0,06 ab B	0,02	0,05 b B	0,01
Establecimiento, %						
Zona alta	32,9 a A	9,7	34,6 a A	8,6	28,0 a A	9,0
Zona de ladera	22,3 ab AB	7,4	29,3 a A	6,4	19,2 b AB	5,3
Zona baja	15,9 a B	4,4	16,9 a B	4,8	13,9 a B	4,4

¹Prom=Promedio; ²DE= Desviación estándar

a, b Valores con letras diferentes indican diferencias estadísticas en la misma fila ($p<0,05$).

A, B Valores con letras diferentes indican diferencias estadísticas en la misma columna ($p<0,05$).

Tabla 3. Evaluación agronómica de los tres genotipos de ryegrass (*Lolium* sp.) en los diferentes cortes.

	Genotipo					
	Híbrido tetraploide		Anual diploide		Anual tetraploide	
	Prom ¹	DE ²	Prom	DE	Prom	DE
<i>Altura, cm</i>						
Corte 1	33,2 a B	3,9	38,7 a AB	9,9	37,6 a B	8,1
Corte 2	31,8 a B	5,9	32,6 a B	2,8	36,4 a B	4,4
Corte 3	46,0 a A	10,2	46,9 a A	11,8	53,1 a A	13,2
Corte 4	46,9 a A	8,2	47,7 a A	8,3	48,8 a AB	7,4
<i>Longitud, cm</i>						
Corte 1	33,7 a BC	2,4	38,8 a AB	7,9	37,8 a A	7,4
Corte 2	27,1 a C	6,1	29,8 a B	5,2	26,6 a B	3,1
Corte 3	44,4 a A	8,4	45,8 a A	6,3	36,2 a A	4,2
Corte 4	41,6 a AB	6,5	37,4 a AB	6,4	35,7 a A	3,1
<i>Ancho, cm</i>						
Corte 1	0,60 a B	0,05	0,62 a B	0,11	0,70 a C	0,11
Corte 2	0,57 a B	0,18	0,62 a B	0,16	0,72 a BC	0,09
Corte 3	0,83 a A	0,12	0,90 a A	0,12	0,87 a AB	0,14
Corte 4	0,86 a A	0,09	0,98 a A	0,15	0,91 a A	0,12
<i>Rel. hoja/tallo, g/g</i>						
Corte 1	7,3 a A	2,4	5,3 ab AB	1,6	4,4 b A	1,3
Corte 2	5,2 a AB	1,0	5,5 a A	1,2	3,5 b AB	0,6
Corte 3	4,0 a B	1,4	3,5 a BC	1,1	3,5 a AB	0,8
Corte 4	3,8 a B	0,7	2,3 b C	0,7	2,1 b B	0,6

¹Prom=Promedio; ²DE= Desviación estándar

a, b Valores con letras diferentes indican diferencias estadísticas en la misma fila ($p < 0,05$).

A, B Valores con letras diferentes indican diferencias estadísticas en la misma columna ($p < 0,05$).

La biomasa y el porcentaje de establecimiento no presentaron diferencia estadística significativa ($p > 0,05$) entre los diferentes genotipos por corte y entre los diferentes cortes por genotipo (datos no reportados). Entre los diferentes genotipos no se presentó diferencia estadística significativa ($p > 0,05$), en una misma fecha de evaluación, para las variables altura, longitud y ancho de la última hoja completamente elongada. La relación hoja/tallo fue la única variable que presentó diferencia estadística significativa ($p < 0,05$) entre los diferentes genotipos en el primero, segundo y cuarto

corte realizado, siendo mayor para el híbrido tetraploide y menor para el anual tetraploide. El comportamiento de cada genotipo entre los diferentes cortes presentó diferencia estadística significativa ($p < 0,05$) para las variables relación hoja/tallo, altura, longitud y ancho de la última hoja completamente elongada. En general, la altura y el ancho de la última hoja elongada presentaron un comportamiento creciente con el número de cortes, la relación hoja/tallo mostró un comportamiento inverso, en tanto que la longitud no mostró una tendencia definida.

Discusión

Las características ambientales influyen sobre la producción de materia seca de los forrajes y por tanto, sobre el establecimiento de especies de clima templado en condiciones tropicales de altura. Dentro de las características medio ambientales necesarias para un buen comportamiento del ryegrass se tiene una temperatura entre 15 y 22 °C y una altura entre 1800 y 3600 msnm, si bien por encima de los 3000 msnm su crecimiento se reduce²⁸. Las fincas en los municipios de Enterríos, San Pedro de los Milagros y Santa Rosa de Osos se encuentran a 2320, 2495, 2600 msnm, respectivamente, y presentan una temperatura media de 15 °C (mínima de 7 °C y máxima de 22 °C). De acuerdo con lo anterior, las tres zonas contempladas en el presente trabajo fueron aptas para el establecimiento del forraje en estudio.

La topografía fue determinante para el establecimiento de los diferentes genotipos (Tabla 2). La topografía afecta la temperatura y humedad de suelo, su movimiento y el movimiento de agua sobre su superficie e interior. Cuanto más inclinada es una ladera, mayor es la probabilidad de escorrentía, y por tanto los suelos tienden a ser más secos, menos profundos, presentan menor cantidad de materia orgánica y menor crecimiento vegetal²³. El anterior argumento puede estar explicando porque la biomasa y el porcentaje de establecimiento fueron superiores en la topografía alta, que correspondió al sector más plano del potrero en las diferentes explotaciones ganaderas.

La biomasa y el porcentaje de establecimiento no presentaron diferencia estadística significativa ($p > 0,05$) por corte entre los diferentes genotipos y, por genotipo entre los diferentes cortes. En concepto de Laredo y Mendoza¹⁴, cuando se aplica fertilización de mantenimiento, la recuperación de los ryegrasses es muy rápida, pudiendo obtener cortes entre 28 y 35 días para las variedades anuales y entre 30 y 40 para las perennes. El período de descanso establecido en las unidades productivas evaluadas (35 días) se encuentra dentro del intervalo de valores reportado por los autores, lo cual puede estar explicando la ausencia de diferencia estadística entre los diferentes cortes evaluados. En este mismo sentido, Villalobos y Sánchez²⁸ indican que los períodos de recuperación para el ryegrass se deben prolongar, mínimo, entre 2 y 4 semanas.

En las variedades tetraploides ($2n = 4x = 28$), que presentan un número de cromosomas duplicado respecto las variedades diploides ($2n = 2x = 14$), se espera mayor producción de biomasa^{5,24}. Este concepto no se evidenció en el presente trabajo, ya que si bien la biomasa solamente registró diferencia estadística entre genotipos al evaluar el efecto de la topografía, la media de la especie anual diploide (0.12 Kg MS/m²) superó la expresada por el híbrido tetraploide y anual tetraploide, 0.10 y 0.09 Kg MS/m², respectivamente (Tabla 2). Sugiyama²² indicó que cultivares tetraploides requieren mayor fertilidad del suelo para expresar su potencial de crecimiento, son menos tolerantes a estrés hídrico, y como consecuencia de estas características, tienen un crecimiento menos agresivo, lo cual en el presente trabajo permitiría un mejor desarrollo del kikuyo. Bajo el sistema de establecimiento evaluado, en asociación con kikuyo, la mayor adaptación del genotipo diploide pudo haberle permitido ser más competitivo que el genotipo tetraploide, lo cual se vio reflejado en la biomasa producida.

Si para el genotipo anual diploide se parte de un valor medio de 0.12 kg MS/m², se considera un valor de materia seca correspondiente a 12.9% (Tabla 1) y se proyectan 10 pastoreos al año, la producción de materia seca y de materia verde estimada correspondería a 12,0 y 93,0 ton/ha/año, respectivamente. Este valor es inferior al reportado por Bernal⁸, quien trabajando en Estados Unidos con tetrablend 30, una mezcla de variedad perenne y semiperenne, obtuvo una producción entre 120 y 150 ton materia verde/ha/año en diez cortes.

Según Donaghy y Fulkerson (2001) citados por Villalobos y Sánchez²⁸, la producción de biomasa en pasturas con ryegrass perenne y trébol blanco, que se utilizan en muchos países de clima templado, pueden llegar a 18-20 ton MS/ha/año bajo condiciones de manejo y ambiente ideales. La competencia que el kikuyo, caracterizado por su rusticidad, agresividad y facilidad de propagación vegetal¹⁰, ejerció sobre el ryegrass al momento de la siembra bajo la asociación que se logró establecer, puede estar explicando la menor producción potencial de biomasa del último material. Valores de biomasa inferiores a las proyectadas en este trabajo, entre 53,5 y 60,8 ton de forraje verde/ha, fueron reportadas por Torres et al.²⁵ al medir la influencia de la *Acacia decurrens* sobre la producción de *Lolium multiflorum*. La competencia que las leñosas ejercieron por luz solar,

nutrientes y agua explicó la menor producción de la pastura. Una producción menor a la estimada en este estudio también fue encontrada por Doussoulin *et al.*¹¹ en *Lolium perenne*, entre 7,5 y 8,9 ton MS/ha/año.

La tendencia creciente que se registró en las variables altura y el ancho de la última hoja completamente elongada con el aumento en el número de cortes (Tabla 3) permite concluir que el crecimiento de esta especie aumenta con el número de cortes, siempre y cuando se realice un manejo racional del pastoreo.

Bajo la metodología de rejuvenecimiento propuesta en este trabajo, es importante resaltar que el primer pastoreo debe realizarse con moderación, toda vez que el establecimiento de las plantas es reciente y los animales pueden arrancarlas fácilmente, afectando negativamente el futuro desempeño de la pradera. La altura de las plantas al pastoreo es un factor que favorece la mayor permanencia de las especies cultivadas en el potrero, ya que el animal no agotará las reservas necesarias para la recuperación de la pradera. Los datos obtenidos para todas las variedades en este trabajo superaron los 30 cm en todos los períodos evaluados, lo que está acorde con la recomendación de Madrigal y Tamayo¹⁵, quienes indicaron que los mejores resultados para iniciar el pastoreo en los ryegrasses se obtienen cuando las plantas tienen entre 30 y 35 cm de altura. El aumento en el ancho de las hojas también es indicativo de las adecuadas condiciones ambientales para el establecimiento de las variedades.

La relación hoja:tallo fue la única variable que presentó diferencia estadística significativa ($p < 0,05$) entre los genotipos de ryegrass (Tabla 3). Urbano²⁶ trabajando con *Lolium perenne*, cosechado cada 35 días, encontró un promedio de relación hoja/tallo correspondiente a 6,2, que supera, casi en su totalidad, los valores obtenidos en este trabajo. El comportamiento decreciente en la relación hoja/tallo con el aumento en el número de cortes está relacionado con el proceso selectivo ejercido por el animal, debido a que este muestra un consumo preferencial por las porciones más nutritivas de la planta¹⁹. En todos los casos la relación hoja/tallo superó la unidad, lo cual es una característica deseable¹⁶, no obstante, el número de cortes evaluado en este trabajo se considera limitante para estudiar la dinámica de esta variable agronómica en el tiempo.

La duplicación del número de cromosomas genera una serie de cambios morfológicos y fisiológicos en las plantas. Estos cambios se asocian con un incremento del tamaño celular, la relación contenido celular/pared celular, la concentración de carbohidratos solubles, proteínas y lípidos y, por tanto, la digestibilidad del forraje⁵. Los resultados obtenidos en este trabajo no corroboraron la mayor concentración de nutrientes en las variedades tetraploides (Tabla 1).

Las características nutricionales exhibidas por los tres genotipos de ryegrass (Tabla 1) permiten concluir que éste ayuda a satisfacer en gran medida los requerimientos nutritivos de los animales en producción. Alvim *et al.*² afirmaron que bajo una dieta exclusiva de *Lolium multiflorum* se pueden esperar producciones diarias superiores a 10 lt de leche/vaca/día. Sus menores contenidos de fibra en detergente neutro (FDN) y su mayor nivel de grasa bruta (EE) hacen de este recurso un material de mayor densidad energética que el kikuyo. Villalobos y Sánchez²⁹ indicaron que el contenido de carbohidratos no fibrosos (CNF) varía inversamente con el contenido de fibra detergente neutra (FDN), lo cual hace que la digestibilidad *in vitro* de la materia seca y el contenido de energía sean mayores al disminuir los componentes de la pared celular. Estos autores encontraron un contenido de CNF para el ryegrass perenne de 15,40%, en tanto Andrade³ encontró un contenido promedio de CNF de 9,00% en el kikuyo. Moran¹⁷ indicó que una FDN mayor del 63% es indicativo de una menor concentración de energía digestible. Pedroso *et al.*¹⁸, indican que las pasturas de clima templado bien manejadas presentan valores de proteína bruta próximos a 20% y fibra detergente neutro (FDN) entre 40 e 50%, indicativos de un forraje de excelente calidad en la inclusión de dietas de rumiantes.

Conclusiones

Bajo la modalidad de siembra implementada, en asociación con kikuyo, se concluye que la adaptación del ryegrass es una característica que tiene efecto sobre la biomasa producida, lo que hace atractivo la utilización de especies diploides, de acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Proyecto de Sostenibilidad 2011-2012 (CODI, Universidad de Antioquia) por el apoyo para la ejecución de este trabajo.

Referencias

1. Álvarez MA. El impacto de la siembra directa en los campos de cría. Sitio argentino de producción animal 2006; [acceso: 14 de enero de 2013]. URL: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/cria/93-impacto_siembra_directa.pdf
2. Alvim MJ, Gardner LA, Cóser AC. Producao de leite em pastagem de Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) submetida a diferentes períodos de pastejo. Rev Soc Bras Zoot 1986; 15 (5): 425-431
3. Andrade M. 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. 2006
4. Association of Official Analytical Chemist – AOAC. Official Methods of Analysis. 15 ed. Arlington, Virginia. 1990. 1141 p
5. Balocchi OA, López IF. Herbage Production, Nutritive Value and Grazing Preference of Diploid and Tetraploid Perennial Ryegrass Cultivars (*Lolium perenne* L.). Chilean J Agric Res 2009; 69 (3): 331-339
6. Bernal J. Fertilización de pastos mejorados. En: Fertilización de cultivos de clima frío. Guerrero R, ed. 2a ed. EMA. p.278-370. 1998; [acceso: 10 de enero de 2013]. URL: <http://www.monmeros.com/descargas/dpmanualfrio.pdf>
7. Bernal J. Los raigrases tetraploides, una solución para la producción lechera. Nueva Agricultura Tropical 1981a; 33 (8): 15-24
8. Bernal J. Los Tetrablend, nuevos raigrases tetraploides. Revista Analac 1981b; 28: 8-10
9. CONPES - Consejo Nacional de Política Económica y Social. Consolidación de la política sanitaria y de inocuidad para las cadenas láctea y cárnica. Documento 3676. República de Colombia. Departamento Nacional de Planeación. Bogotá D.C. 2010
10. Correa CHJ, Pabón RML, Carulla FJE. Valor nutricional del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst Ex Chiov.) para la producción de leche en Colombia (Una revisión): I - Composición química y digestibilidad ruminal y posruminal. *Livestock Research for Rural Development. Volume 20, Article #59*. 2008; [acceso: 7 de enero de 2013]. URL: <http://www.lrrd.org/lrrd20/4/corra20059.htm>
11. Doussoulin M, Guajardo C, Bórquez F, Lagos R. Evaluación agronómica de cultivares de ballica perene (*Lolium perenne*) bajo condiciones de corte en el valle central regado de Ñuble. Sitio Argentino de Producción Animal 2007; [acceso: 16 de mayo de 2013]. URL: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/100-Doussoulin-Ballicas.pdf
12. FEDEGAN - Federación Colombiana de Ganaderos. El sector lácteo en Colombia y Nueva Zelanda. Bogotá D.C. 2008
13. Flores MX, Solorio FJ, Solorio B, Aguilar C, Ramirez L, et al. Guía Metodológica para la Estimación de la disponibilidad forrajera de los SSPi. En: Guía de campo para la evaluación de indicadores productivos y de biodiversidad en sistemas silvopastoriles. Universidad Autónoma de Yucatán. p. 2-7. 2011; [acceso: 22 de noviembre de 2012]. URL: <http://201.120.157.239/comunidades/download/VIModuloKPSSPI/guiametodologicaadyfpm.pdf>
14. Laredo MA, Mendoza PE. Valor nutritivo de pastos de zonas frías. Pasto Raigrás (*Lolium multiflorum*, Lamb). Revista ICA 1982; 17 (4): 169-177

15. Madrigal MJ y Tamayo R. Respuesta de una Mezcla de Raigrases (*Lolium perenne* var Reveille y *Lolium multiflorum* var Tetrone) a la Fertilización Compuesta. Tesis, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. 1993.
16. Mancilla LE. Manejo del pastoreo en la agricultura forrajera. X Seminario de Pastos y Forrajes. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora, Guanare. p. 10-24. 2006; [acceso: 22 de noviembre de 2012]. URL: http://www.avpa.ula.ve/congresos/seminario_pasto_X/Conferencias/A2-Luis%20Enrique%20Manzilla.pdf
17. Morán J. Consumo y valor nutritivo de los pastos. Pasturas Tropicales, Memorias del curso. CORPOICA, Medellín. 1996. p.87-96
18. Pedroso CES, Medeiros RB, Silva MA. Produção de ovinos em gestação e lactação sob pastejo em diferentes estádios fenológicos de azevém anual. R Bras Zoot 2004; 33 (5): 1345-1350
19. Perozo-Bravo A, González B, Ortega-Alcala J. Efecto de la presión de pastoreo y la suplementación estratégica sobre la composición de la materia seca del pasto tanner (*Brachiaria arrecta*) antes y después del pastoreo. Rev Fac Agron 2009; 26 (1): 39-58
20. Sniffen CJ, O'Connor JD, Van Soest PJ, Fox DG, Russell JB. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. J Anim Sci 1992; 70 (11): 3562-3577
21. Statistical Analysis Systems – SAS versión 8.2 para Windows, User's Guide. Statistics. Statistical Analysis Systems Institute. Inc., Cary, NC. 2001
22. Sugiyama S. Responses of shoot growth and survival to water stress gradient in diploid and tetraploid populations of *Lolium multiflorum* and *L. perenne*. Grassland Science 2006; 52 (4):155-160
23. Thompson LM, Troeh FR. Los suelos y su fertilidad. 4a ed. Barcelona: Reverté; 2002
24. Tonetto CJ, Müller L, Medeiros SLP, Manfron PA, Bandeira AH, et al. Produção e composição bromatológica de genótipos diplóides e tetraplóides de azevém. Zootecnia Trop 2011; 29 (2): 169-178.
25. Torres LL, Aragón L, Silva A. Efecto de la acacia (*Acacia decurrens*) en el desarrollo y producción del pasto aubade (*Lolium multiflorum* Lam) Botana, departamento de Nariño, Colombia. Rev Ciencias Agríc, 26 (1): 1-16. 2009; [acceso: 10 de enero de 2013]. URL: <http://revistas.udenar.edu.co/index.php/rFACIA/article/view/61/65>
26. Urbano D. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de tres gramíneas tropicales. Rev Fac Agron (LUZ) 1997; 14: 129-139
27. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J Dairy Sci 1991; 74 (10): 3583–3597
28. Villalobos L, Sánchez J. 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. Agron Costarricense 2010a; 34 (1): 31-42
29. Villalobos L, Sánchez J. Evaluación agronómica y nutricional del pasto ryegrass perenne tetraploide (*Lolium perenne*) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. II. Valor nutricional. Agron Costarricense 2010b; 34 (1): 43-52.