

Research Article

Determination of the Age and Optimal Cutting Time Based on the Concentration of Soluble Carbohydrates in a Rye grass Tetraploide

Determinación de la Edad y Hora de Corte Óptima Sobre la Concentración de Carbohidratos Solubles en un Rye grass Tetraploide

D. Villamarin*, S. Jiménez, J. Trujillo, and M. Chávez

// CONGRESO
INTERNACIONAL DE
PRODUCCIÓN PECUARIA Y
AGROINDUSTRIAL ESPOCH
2021 (II CEPPEA 2021)

Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Zootecnia, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo

ORCID

M. Chávez: <https://orcid.org/0000-0001-9654-881X>

Corresponding Author: D.
Villamarin; email:
darvima18@gmail.com

Published: 14 June 2022

Production and Hosting by
Knowledge E

© D. Villamarin et al. This article is distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](#), which permits unrestricted use and redistribution provided that the original author and source are credited.

Abstract

This study was conducted in Toacaso Town in the northwest of Latacunga City, Cotopaxi Province, Ecuador. The researchers aimed to establish in situ the optimal age and cutting time of REMINGTON Ryegrass (*Lolium perenne*) based on the concentration of soluble carbohydrates using a digital refractometer. The research used 48 experimental units, each with an area of 16 m² (4x4 m) and a total area of 768 m². The experiment was carried out for 60 days in which the highest concentration of carbohydrates was evaluated taking into account (i) the age of the pasture – 45 and 60 days (factor A) and (ii) the cutting time – 08H00, 10H00, 12H00, 14H00, 16H00, and 18H00 hours (factor B0) for which a randomized complete block design (RCBD) was used under a bifactorial arrangement with four repetitions per treatment. The results reported that the highest concentration of soluble carbohydrates was obtained at 60 days of age with 13.15° Brix (°Bx), while the optimal cut-off time was 2:00 p.m. with a concentration of 16.33 °Bx. The authors conclude that the older the pasture, and considering the time of the day, the higher the concentration of soluble carbohydrates will be. The highest cost-benefit was obtained at 4:00 p.m. presenting a cost-benefit of \$1.44 which means that for every dollar invested a profit of 44 cents was obtained. Therefore, it is recommended to harvest the REMINGTON Ryegrass at 60 days of age at 2:00 p.m.

Keywords: soluble carbohydrates, Ryegrass (*Lolium perenne*), remintong, digital refractometer, Brix degrees.

Resumen

Se estableció in situ la edad y hora de corte óptima sobre la concentración de carbohidratos solubles en un Rye grass tetraploide (*Lolium perenne*) variedad REMINTONG, mediante la utilización de un refractómetro digital en la parroquia Toacaso ubicada al noroccidente del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. En la investigación se utilizó 48 unidades experimentales con un área de 16 m² (4 m x 4 m), en una superficie total de 768 m². El trabajo experimental tuvo una duración de 60 días en los cuales se evaluó la mayor concentración de carbohidratos con relación a la edad del pasto 45 y 60 días (factor A), y la hora de corte 08H00, 10H00, 12H00, 14H00, 16H00 y 18H00 horas (factor B), para lo cual se aplicó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) bajo arreglo bifactorial con cuatro repeticiones por tratamiento. Los resultados reportaron que la mayor concentración de carbohidratos solubles se obtuvo a los 60 días de edad con 13,15

 OPEN ACCESS



grados Brix (°Bx), relacionados con la hora de corte óptima que fue a las 14h00 con una concentración de 16,33 °Bx, concluyendo que a mayor edad y conforme la hora del día, mayor será la concentración de carbohidratos solubles. El mayor beneficio/costo se obtuvo a las 16h00 presentando un beneficio/costo de \$ 1,44 USD, lo que quiere decir que por cada dólar invertido se obtuvo una ganancia de 44 centavos, por lo tanto, se recomienda cosechar el pasto Rye grass variedad REMINGTON a los 60 días de edad a las 14h00.

Palabras Clave: Carbohidratos Solubles, Rye grass (*Lolium perenne*), Remintong, Refractómetro digital, grados brix.

1. Introducción

La ganadería en el Ecuador depende en su mayoría del pastoreo, los pastos constituyen el alimento más barato y ofrecen todos los nutrientes necesarios para una buena producción, por consiguiente, lo que se pueda hacer para mejorar la tecnología y el manejo de las pasturas redundará en forma directa en los resultados zootécnicos de producciones lecheras o cárnicas. Por esta razón es indispensable conocer los diferentes factores relacionados a su comportamiento fisiológico, productivo, nutricional considerando factores fundamentales en el manejo y conservación de potreros tales como suelo, clima, especies o variedades forrajeras como también las prácticas culturales que se manejan para su establecimiento y mantenimiento. (1)

El manejo adecuado de las pasturas bajo criterios económicos y de persistencia debe tener como propósito fundamental mantener una carga animal alta durante la mayor cantidad de días sin afectar el pastizal ni recurrir a actividades que puedan causar daños al medio ambiente, y en los peores casos representen inversiones adicionales al productor. Para esto hay que tener claro que la calidad y cantidad del forraje varía sustancialmente durante el transcurso del año a través de los períodos de invierno y verano. Uno de los retos que enfrenta la ganadería es disponer de pasturas de alta calidad que brinden un rendimiento óptimo al hato y por ende generen alta rentabilidad al productor, es por ello que en la actualidad los pastos se han cruzado para tener variedades con valores más eficientes en cuanto a nutrición para el ganado, ya sea en pastoreo directo, corte, silo o heno. (2)

En la actualidad se valora la calidad de los pastos por su contenido de carbohidratos solubles, de esta manera existen nuevas alternativas de pastos mejorados los cuales fueron creados para incrementar cantidad y calidad forrajera existiendo así gramíneas y leguminosas con una gran relevancia nutricional. (3)

Una de ellas es las especies tetraploides, que contienen una alta concentración de carbohidratos, excelente palatabilidad y un alto desarrollo foliar, considerándose como



una alternativa para mejorar la eficiencia productiva de los sistemas ganaderos. Es por ello que la presente investigación pretende identificar en un pasto tetraploide la mayor la concentración de carbohidratos solubles analizada a distintas edades y horas de corte empleando Rye Grass tetraploide variedad REMINGTON, teniendo la posibilidad de conocer la relevancia de este recurso forrajero e incentivar a la utilización del mismos como una alternativa de alimentación en la zona de estudio y sectores aledaños.

2. Materiales y Métodos

La presente investigación se llevó a cabo en la parroquia Toacaso ubicada al noroccidente del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, a 3100msnm, con una temperatura que oscila entre los 6 y 12°C, una humedad relativa de 78%, con precipitaciones anuales de 750 a 1000 mm/año, y con vientos promedio de 37km/h.

El trabajo experimental tuvo una duración de 60 días, los cuales fueron distribuidos a partir de la toma de muestras de suelo para su análisis inicial, incorporación de abono orgánico (bovinaza), corte de igualación del pasto establecido, actividades de limpieza y mantenimiento de las parcelas, cortes de evaluación, toma de datos, y análisis bromatológico de las muestras obtenidas.

Las unidades experimentales estuvieron constituidas por parcelas de pasto Rye Grass perenne Tetraploide (*Lolium perenne*) variedad REMINGTON de un año de edad, con un área de 16 m² (4m x 4m) para cada parcela, sumando 48 unidades experimentales, con una superficie total de 768 m².

Se evaluó la mayor concentración de carbohidratos solubles in situ en el pasto Rye Grass perenne Tetraploide (*Lolium perenne*) variedad REMINGTON, con relación a la edad de corte (45 y 60 días) siendo este el factor A y la hora de corte (08H00, 10H00, 12H00, 14H00, 16H00 y 18H00 horas) como factor B, mediante la utilización de un refractómetro digital. Para lo cual se aplicó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), bajo arreglo bifactorial con cuatro repeticiones por tratamiento, utilizando 48 unidades experimentales.

Ajustándose al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ik} : \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \epsilon_{ijk} \quad (1)$$

Para la determinación de la variable más relevante que es carbohidratos solubles, se utilizó un refractómetro digital, equipo que mide el porcentaje de azúcares o sólidos totales en la savia de las plantas, valorando los mismos en una escala de grados Brix (°Bx). Bajo el siguiente procedimiento; se tomó muestras (5 plantas al azar) de las



distintas unidades experimentales en los horarios 08h00, 10h00, 12h00, 14h00, 16h00, 18h00, con la utilización de un mortero y papel filtro se extrajo la savia de hojas y tallos, finalmente se colocó una gota de savia en el refractómetro el cual nos determinó los grados Brix (°Bx), de la muestra.

2.1. Esquema del experimento

Table 1

Esquema del experimento Rye grass variedad REMINGTON.

Días de corte	Horas de corte	Código	Repeticiones	T.U.E	Total
Factor A	Factor B				Parcelas
45 días	08H00	R45T08	4	1	4
45 días	10H00	R45T10	4	1	4
45 días	12H00	R45T12	4	1	4
45 días	14H00	R45T14	4	1	4
45 días	16H00	R45T16	4	1	4
45 días	18H00	R45T18	4	1	4
60 días	08H00	R60T08	4	1	4
60 días	10H00	R60T10	4	1	4
60 días	12H00	R60T12	4	1	4
60 días	14H00	R45T14	4	1	4
60 días	16H00	R45T16	4	1	4
60 días	18H00	R45T18	4	1	4
TOTAL					48

T.U.E.*: Tamaño de la unidad experimental.

2.2. Mediciones experimentales

Las mediciones experimentales que se realizaron durante el ensayo fueron:

1. Análisis inicial de suelo (N, P, K y materia orgánica)
2. Cobertura basal (%)
3. Cobertura aérea (%)
4. Altura de la planta (cm)
5. Contenido de carbohidratos solubles (°Bx.)
6. Producción de biomasa verde (t/FV/ha/corte)



7. Producción de Materia Seca (t/MS/ha/corte)
8. Indicador Beneficio – Costo.
9. Análisis Proximal del pasto (Rye Grass perenne Tetraploide -variedad REMINGTON)

2.3. Procedimiento experimental

Para el desarrollo de la presente investigación se efectuaron las siguientes actividades:

1. Inicialmente se realizó la recolección de muestras de suelo que fueron enviadas al laboratorio, para el análisis de N, P, K y materia orgánica.
2. Fertilización del área total a utilizar para lo cual se empleó bovinaza (15qq).
3. Corte de igualación del pasto establecido, control de malezas y mantenimiento del área experimental.
4. Determinación del área de cultivo de pasto Rye grass Perenne Tetraploide (*Lolium perenne*) variedad REMINGTON, delimitando 48 parcelas con una dimensión de 4 m x 4 m es decir 16m² por unidad experimental.
5. Sorteó, asignación y colocación de códigos a cada unidad experimental (parcela) de acuerdo a los tratamientos en estudio.
6. Recolección de datos para la evaluación de los parámetros agronómicos tales como: cobertura basal (%), cobertura aérea (%) y altura de la planta (cm) en los diferentes tratamientos a los 45 y 60 días con la utilización de la línea de Canfield también denominado método del transecto o método de línea intercepto que se define como un sistema de muestreo de la vegetación.
7. Se evaluó el contenido de carbohidratos solubles a diferentes horas del día: 08h00, 10h00, 12h00, 14h00, 16h00, 18h00, con la utilización de un refractómetro digital. Se determinó la producción de forraje verde (t/FV/ha/corte) mediante el método del cuadrante, y las muestras recolectadas se llevaron al laboratorio para determinar materia seca (t/MS/ha/año) y el análisis proximal correspondiente.
8. Al finalizar el trabajo experimental se procedió a tabular los datos y analizar el mejor tratamiento.

**Table 2**

Comportamiento agrobotánico en un Rye grass perenne tetraploide - variedad REMINGTON a diferentes edades de corte (Factor A).

Variables	Factor		E.E	PROB.	SIG.
	45 días	60 días			
Cobertura basal (%)	96,54 a	97,19 a	0,80	0,5712	ns
Cobertura aérea (%)	58,25 a	60,98 a	1,02	0,0686	ns
Altura de la planta (cm)	36,16 a	38,28 a	0,76	0,0563	ns
Carbohidratos solubles (°Bx)	12,84 a	13,15 a	0,33	0,5091	ns
Pnd. Forraje Verde (t/FV/ha/corte)	9,39 b	13,85 a	0,30	<0,0001	**
Pnd. Materia Seca (t/MS/ha/corte)	2,16 b	2,72 a	0,06	<0,0001	**

E.E: Error experimental; **PROB:** Probabilidad; **SIG:** Significancia; **Pnd:** Producción.

3. Resultados y Discusión

Carbohidratos Solubles (°Bx): Al evaluar el contenido de carbohidratos solubles (°Bx) presentes en el pasto Rye grass variedad REMINGTON, con respecto a la edad de corte (Factor A), no se registró diferencias significativas ($P \geq 0.05$), en las medias de los tratamientos en estudio, en donde la mayor concentración de carbohidratos solubles fue a los 60 días con 13,15 grados Brix (°Bx), mientras que la menor concentración se obtuvo a la edad de 45 días con un valor de 12,84 °Bx.

Gualavisí, 2014 (4), determinó el valor nutritivo del Ray grass perenne (*Lolium perenne*) destinado a la alimentación del ganado vacuno mediante la correlación entre grados Brix y digestibilidad Cayambe - Ecuador 2013, registrando el mayor contenido de 14,63 °Bx en el pasto evaluado a los 120 y 150 días, valores que son similares a los registrados en la presente investigación.

Producción de Forraje Verde (t/FV/ha/corte): La producción de forraje Verde (t/FV/ha/corte), del pasto Rye grass variedad REMINGTON presento diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), entre las medias de los tratamientos en estudios por efecto de la edad de corte (Factor A), registrando la mayor producción a los 60 días de edad con 13,85 t/FV/ha/corte, mientras que a los 45 días se obtuvo la menor producción con 9,39 t/FV/ha/corte.

Quilligana, 2016 (2), comparó productivamente tres cultivares de Rye grass perenne (*Lolium perenne*) en términos de producción y calidad, Tambillo-Ecuador, registró las mejores producciones de forraje verde de 27,03; 19,43 y 16,71, (t/FV/ha/corte) valores que corresponden al primer segundo y tercer corte respectivamente con el Rye grass



perenne tetraploide variedad OHAU con un intervalo de corte de 40 días, en comparación con las variedades diploides de Rye grass perenne KINGSTON y ONE_50, con las cuales obtuvo valores inferiores a los antes mencionados.

Producción Materia Seca (t/MS/ha/corte): La producción Materia Seca (t/MS/ha/corte) del pasto Rye grass variedad REMINGTON, se registraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), entre las medias de los tratamientos en estudio por efecto de la edad de corte (Factor A), donde la mayor producción de materia seca registraron las parcelas experimentales cortadas a los 60 días de edad con 2,72 (t/MS/ha/corte), a diferencia del valor obtenido a los 45 días con 2,16 (t/MS/ha/corte).

Valores similares a los obtenidos fueron reportados por Barriga, 2017 (5), quien al evaluar la producción primaria de una pradera establecida al aplicar diferentes niveles de fertilizantes inorgánicos registro la mayor producción de 2,67 t/ha de materia seca evaluada a los 30 días de edad.

A diferencia de Castro, 2018 (6), quien al aplicar varios niveles de abono orgánico comercial más una base de enraizador en el manejo agroecológico del *Trifolium repens*, *Lolium perenne*, con cantón Quero de la provincia de Tungurahua, obtuvo la mayor producción de 2,06 (t/MS/ha/corte) a los 60 días de edad del pasto valores que son inferiores a los obtenidos en la presente investigación. Las diferencias existentes entre investigaciones se deben a varios factores tales como a l estado fenológico de la pastura, la edad e intervalo de corte, si está sola o en asociación con otro pasto, la época del año etc., ya que la cantidad de materia seca es variable a lo largo del año dependiendo principalmente de su estado de madurez, de la especie, variedad y el manejo.

Cobertura aérea (%): En la evaluación del porcentaje de cobertura aérea en función a las horas de corte (Factor B), en el pasto Rye grass variedad REMINGTON, se registró diferencias significativas ($P \leq 0.05$), en la media de los tratamientos evaluados, reportándose los mejores valores a las 18h00 y 10h00 con 63,71% y 62,72%, mientras que el menor valor para esta variable se obtuvo a las 16h00 con 56,77%. Con respecto a los resultados obtenidos Guaranga, 2019 (7) registra los mejores valores de cobertura aérea a los 8h00, 10h00 y 16h00 con 90,20%, 88,25% y 87,43 % respectivamente, al determinar in situ de la edad y hora óptima de corte sobre la concentración de carbohidratos solubles en alfalfa morada (*Medicago sativa*), comprobando que la cobertura aérea de los pastos presenta un mayor porcentaje cuando estos no están sometidos a estrés calórico o expuestos tiempos prolongados de exposición solar.

Carbohidratos Solubles (°Bx): En la evaluación del contenido de carbohidratos solubles (°Bx) presentes en el pasto Rye grass variedad REMINGTON, con respecto a la hora de corte (Facto B), se registraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$),

**Table 3**

Comportamiento agrobotánico en un Rye grass perenne tetraploide - variedad REMINGTON a diferentes horas de corte (Factor B).

Variables	Horas de corte						E.E	PROB.	SIG.
	Factor B								
	08h00	10h00	12h00	14h00	16h00	18h00			
Cobertura basal (%)	94,72 a	97,63 a	95,45 a	97,01 a	98,39	98,00 a	1,39	0,3698	ns
Cobertura aérea (%)	58,96 a	62,72 a	57,88 a	57,63 a	56,77	63,71 a	1,77	0,0394	*
Altura de la planta (cm)	37,89 a	36,91 a	37,35 a	37,43 a	38,04	35,69 a	1,31	0,8305	ns
Carbohidratos solubles (°Bx)	10,48 c	11,43 bc	13,79 ab	14,88 a	14,11	13,29 ab	0,57	<0,0001	**
Producción de Forraje Verde (t/FV/ha/corte)	11,04 a	11,97 a	11,57 a	11,86 a	12,50	10,78 a	0,52	0,2252	ns
Producción de Materia Seca (t/MS/ha/corte)	2,09 c	2,18 bc	2,62 ab	2,76 a	2,67	2,34 abc	0,11	0,0003	*

E.E: Error experimental; **PROB:** Probabilidad; **SIG:** Significancia.

en las medias de los tratamientos en estudio, en donde las mejores concentraciones de carbohidratos solubles se obtuvieron a las 14h00, 16h00 y 12h00 con 14,88, 14,11 y 13,79 grados Brix (°Bx) respectivamente, mientras que la menor concentración de carbohidratos solubles se determinó a las 08h00 con un valor de 10,48 °Bx.

Los valores obtenidos en la presente investigación son similares a los registrados por Gualavisí, 2014 (4), quien al determinar el valor nutritivo del Rye grass perenne (*Lolium perenne*) destinado a la alimentación del ganado vacuno mediante la correlación entre grados brix y digestibilidad en el cantón Cayambe, obtuvo los mejores contenidos de carbohidratos solubles de 14,56 y 13,13 °Bx, a las 12h00 y 15h00 horas del día, mientras que la menor concentración se registró a las 7h00 con 10,56 °Bx.

Con respecto a los resultados obtenidos por Fernández et al., 2013(8), manifiestan que los carbohidratos solubles (CNES) se generan en las hojas de las plantas (por fotosíntesis) acumulándose en una primera etapa en los tallos de los vegetales y que a medida que el pasto empieza a encañarse o desarrollar aproximadamente a la formación de la quinta o la sexta hoja dependiendo de la especie.

Los CNES sintetizados en las hojas se empiezan a acumular en el tallo, además determinan que la influencia de la época del año o la hora del día es un factor importante ya que los días frío con alta nubosidad típicos de la época de invierno existe una menor síntesis de CNES.

Producción Materia Seca (t/MS/ha/corte): La producción de Materia Seca (t/MS/ha/corte) en el pasto Rye grass variedad REMINGTON, registró diferencias



altamente significativas ($P \leq 0.01$), entre las medias de los tratamientos en estudio por efecto de la hora de corte (Factor B), donde las mayores producciones de materia seca registraron las parcelas experimentales cortadas a las 14h00, 12h00 y 16h00 con 2,76, 2,62, y 2,67 (t/MS/ha/corte) respectivamente, a diferencia de los menores valores que se registraron a las 8h00, 10h00 y 18h00 con 2,09, 2,18 y 2,34 (t/MS/ha/corte).

Con respecto a los resultados obtenidos por Guranga, 2019 (7), quien determinó in situ de la edad y hora óptima de corte sobre la concentración de carbohidratos solubles en Alfalfa morada (*Medicago sativa*) en la provincia de Chimborazo, registro las mejores producciones de materia seca a las 12h00, y 14h00 con 4,13 y 3,73 (t/MS/ha/corte), mientras que los valores más bajos de producción obtuvo a las 8h00 y 18h00, registrando 3,37 y 3,09 (t/MS/ha/corte), teniendo similitud a los resultados de esta investigación donde la mejor producción de los pastos en análisis se da entre las 10h00 y 16h00, lo que nos permite determinar que la hora de corte se encuentra relacionada con la producción de materia seca (t/MS/ha/corte).

Table 4

Comportamiento agrobotánico en un Rye grass perenne tetraploide- variedad REMINGTON a diferentes edades y horas de corte (Interacción AXB).

Variables	Edad del pasto (Factor A) y Hora de corte (Factor B)												E.E.	PROB.
	40 días						60 días							
	08h00	10h00	12h00	14h00	16h00	18h00	08h00	10h00	12h00	14h00	16h00	18h00		
CB (%)	95,03	96,12	93,12	96,12	100	98,88	94,41	99,15	97,79	97,90	96,78	97,13	1,97	0,3435
CA (%)	54,97	57,86	53,12	57,75	61,10	64,71	62,96	67,59	62,63	57,52	52,44	62,72	2,51	0,0031
AP (cm)	34,38	34,55	37,23	36,55	37,80	36,45	41,40	39,28	37,48	38,30	38,28	34,93	1,85	0,2261
CS (°Bx)	11,68	11,93	14,23	13,43	13,38	12,40	9,28	10,93	13,35	16,33	14,85	14,18	0,81	0,0198
Pnd. FV	9,15	9,52	7,53	10,58	11,01	8,56	12,93	14,42	15,62	13,14	13,99	13,00	0,74	0,0100
Pnd.MS	2,03	1,96	2,11	2,47	2,47	1,92	2,15	2,39	3,12	3,04	2,88	2,77	0,15	0,0802

CB: cobertura Basal; **CA:** cobertura Aérea; **AP:** Altura de la Planta; **CS:** Carbohidratos Solubles; **Pnd. FV:** Producción de Forraje Verde; **Pnd. MS:** Producción de Materia Seca; **E.E.:** Error Experimental; **PROB:** Probabilidad.

Cobertura aérea (%): El análisis de la interacción en función de la edad y hora de corte del pasto Rye grass variedad REMINGTON, registró diferencias significativas ($P \leq 0.05$), en las medias de los tratamientos obteniendo los mejores valores de cobertura aérea en las parcelas evaluadas a los 60 días a las 10h00 con 67,59%, a diferencia del menor valor el cual se obtuvo en la misma edad a las 16h00 con 52,44 %.

Con respecto a los resultados obtenidos podemos inferir que la cobertura aérea se encuentra relacionada con la actividad fisiológica que cumple la pastura durante el día y su capacidad fotosintética que a la vez se relaciona directamente con la tasa de elongación foliar, siendo la principal expresión del crecimiento de una hoja. Esta última característica define el índice de área foliar de las pasturas y con ello la capacidad de



capturar energía lumínica para la fotosíntesis y abastecer funciones de crecimiento León, Bonifaz y Gutiérrez 2018 (9).

Carbohidratos solubles (°Bx): En la evaluación del contenido de carbohidratos solubles (°Bx) presentes en el pasto Rye grass variedad REMINGTON, con respecto a la edad y la hora de corte (Factor A x Factor B), se registró diferencias significativas ($P \leq 0.05$), en las medias de los tratamientos en estudio en donde la mejor concentración de carbohidratos solubles se obtuvo en las parcelas evaluadas a los 60 días a las 14h00 con 16,33 grados Brix (°Bx), mientras que la menor concentración de carbohidratos solubles se determinó a las 8h00 con un valor de 9,28 °Bx en la misma edad del pasto.

Los resultados obtenidos en la presente investigación reafirman lo descrito por León, Bonifaz y Gutiérrez 2018 (9), quienes manifiestan que a mayor contenido del valor Brix en las pasturas mayor calidad, los pastos de zonas frías a templadas pueden llegar a tener 11-15 grados Brix, el mismo que no depende solamente de la actividad fotosintética de la planta sino también del contenido balanceado de minerales en el suelo, de la actividad simbiótica microbial (responsable de la mineralización y humificación de la materia orgánica) y del crecimiento radicular. De esta manera un grado Brix bajo puede deberse a deficiencias en la actividad microbiana del suelo (por compactación), deficiencia de nitrógeno, fosfatos, sulfatos, acetatos o ácidos húmicos y desbalance de la relación Ca/Mg.

Producción de Forraje Verde (t/FV/ha/corte): La producción de forraje Verde (t/FV/ha/corte), del pasto Rye grass variedad REMINGTON correspondiente a la interacción entre los factores edad y la hora de corte, se registró diferencias significativas ($P \leq 0.05$), entre las medias de los tratamientos obteniendo la mejor producción a los 60 días de edad a las 12h00 con 15,62 t/FV/ha/corte, mientras que la menor producción se registró a la edad de 45 días a las 12h00 con 7,53 t/FV/ha/corte.

Los resultados obtenidos ratifican lo expuesto por Quilligana, 2016 (2), quien en la comparación productiva de tres cultivares de Rye grass perenne (*Lolium perenne*) en términos de producción y calidad en Tambillo - Ecuador con la utilización de variedades diploides y tetraploide concluyó que la variedad de genotipo tetraploide Ohau fue superior a las variedades diploides con 21.6 t/MV/ha en una área de 14 m² y 9 unidades experimentales superando en un 11 % a la variedad diploide Kingston y en un 18% a la variedad diploide One_50.

Lo que nos permite deducir que la productividad de forraje verde de las variedades tetraploides en el pasto Rye grass se encuentra directamente relacionado con el tipo, variedad y manejo de las pasturas.

**Table 5**

Composición nutricional y proximal del Rye grass perenne tetraploide variedad REMINGTON a diferentes edades y horas de corte.

Composición nutricional	Edad del pasto (Factor A) y Hora de corte (Factor B)											
	40 días						60 días					
	08h00	10h00	12h00	14h00	16h00	18h00	08h00	10h00	12h00	14h00	16h00	18h00
Humedad (%)	77,79	79,4	71,99	76,68	77,6	77,59	83,35	83,39	80	76,82	79,45	78,72
Proteína (%)	12,48	11,86	12,53	12,32	12,09	12,78	21,4	23,48	16,79	12,42	18,63	15,82
Extracto etéreo (%)	3,5	3,29	2,8	3,25	3,2	3,54	5,74	4,86	4,33	4,75	3,63	4,82
Ceniza (%)	12,26	12,66	12,94	13,13	12,62	12,58	17,95	16,52	14,21	13,14	13,53	13,17
Fibra (%)	21,8	22,08	22,19	24,18	22,81	23,02	31,51	34,42	35,15	24,02	23,17	23,25
Extracto libre de nitrógeno (%)	49,97	50,11	49,54	47,11	49,27	48,08	23,39	20,72	29,51	45,66	41,03	42,94

CB: cobertura Basal; **CA:** cobertura Aérea; **AP:** Altura de la Planta; **CS:** Carbohidratos Solubles; **Pnd. FV:** Producción de Forraje Verde; **Pnd. MS:** Producción de Materia Seca; **E.E:** Error Experimental; **PROB:** Probabilidad.

Humedad (%): Al estimar el contenido de humedad, del pasto del Rye grass perenne tetraploide variedad REMINGTON a diferentes edades y horas de corte, se registró el mayor porcentaje a los 60 días a las 10h00 con un 83,39%, a diferencia del menor valor el cual se obtuvo a los 45 días a las 14h00 con un 76,68%. Datos similares fueron obtenidos por Vèlez,2019 (9), quien al investigar la adaptabilidad de seis variedades de Rye grass y su desempeño productivo en la hacienda Tajamar obtuvo el mayor porcentaje en el tratamiento T4 con un 86,92%, resultados que registro post corte cada 28 días lo que nos permite inferir que el contenido de humedad en los forrajes está directamente relacionado con la edad al corte, ya que su proceso de madurez y lignificación es menor.

Proteína (%): Al evaluar el contenido de proteína en el análisis proximal se registró el mayor porcentaje a los 60 días a las 10h00, con un porcentaje de 23,48%, mientras que el menor valor se obtuvo a los 45 días en las 10h00 con un porcentaje de 11,86%. Estos resultados son similares a los obtenidos por Castro,2018 (6), quien al realizar un manejo agroecológico del Trifolium repens y Lolium perenne, con varios niveles de abono orgánico comercial más una base de enraizador en los suelos del cantón Quero de la provincia de Tungurahua, registro en el T1 un 23,88% de proteína. Lo que nos permite afirmar que el Rye grass perenne tetraploide variedad REMINGTON en edad de 60 días contiene un nivel nutritivo de excelente calidad con respecto a la proteína.

Fibra (%): En lo correspondiente al contenido de fibra el análisis proximal determino que el mejor valor alcanzado fue a los 60 días a las 12h00 con un valor de 35,15%, a diferencia del porcentaje más bajo el cual se registró a los 45 días a las 8h00 con 21,8%. Comparando los resultados obtenidos con Vèlez,2019 (9), estimo la adaptabilidad de



seis variedades de Rye grass y su desempeño productivo donde registro el mayor contenido de fibra en el tratamiento (T4) con 33,49% y el menor para (T3) con un 17,70%, valores que son similares a los de la presente investigación.

Table 6

Evaluación económica del Rye grass perenne tetraploide variedad REMINGTON.

Parámetros egresos	Horas de corte					
	08h00	10h00	12h00	14h00	16h00	18h00
Establecimiento parcelas	450	450	450	450	450	450
Maquinaria	20	20	20	20	20	20
Combustible/Maquinaria	20	20	20	20	20	20
Fertilización	65	65	65	65	65	65
Riego	12	12	12	12	12	12
Transporte	8	8	8	8	8	8
Mano de obra	120	120	120	120	120	120
Total egresos	695	695	695	695	695	695
Parámetros	Ingresos					
Producción Forraje verde t/ha/corte	11,04	11,97	11,57	11,86	12,50	10,78
Cotización de forraje (\$)	85	85	85	85	85	85
Total ingresos	912	957,6	925,6	948,8	1000	852,4
Beneficio/Costo \$ (USD)	1,31	1,38	1,33	1,37	1,44	1,23

Se realizó la evaluación económica mediante la producción de forraje verde (t/FV/ha/corte), del pasto Rye grass perenne tetraploide variedad REMINGTON, donde se determinó que la mayor rentabilidad se obtuvo en las unidades experimentales que fueron cortadas a las 16h00, presentando un beneficio/costo de \$ 1,44 USD, lo que quiere decir que, por cada dólar invertido, se obtuvo una ganancia de 44 centavos, a diferencia de la menor ganancia la cual se registró a las 18h00 con \$ 1,23 USD.

4. Conclusiones

La mayor concentración de carbohidratos solubles en el Rye grass perenne tetraploide variedad REMINGTON, se obtuvo a los 60 días de edad a las 14h00 en la cual existió mayor acumulación de carbohidratos solubles con 16,33 grados Brix (°Bx) obtenidas in situ mediante un refractómetro digital. La mayor producción de forraje verde del Rye grass perenne tetraploide variedad REMINGTON se registró a los 60 días de edad con una producción de 15,62 t/FV/ha/corte siendo la hora óptima para su cosecha a las 12h00.

El pasto Rye grass perenne tetraploide variedad REMINGTON alcanzo a los 60 días de edad a las 10h00 un porcentaje de 23,48% de proteína, contenido de grasa de



4,86 y 34,42% de fibra, siendo una alternativa como especie forrajera de alto valor nutricional para los productores pecuarios en la parroquia Toacaso y sus alrededores.

El mayor beneficio costo en el pasto Rye grass perenne tetraploide variedad REM-INGTON con respecto a la hora de corte se obtuvo a las 16h00 presentando un beneficio/costo de \$ 1,44 USD.

References

- [1] Amaro OA et al. Pastoreo racional intensivo como alternativa para una ganadería baja en emisiones. *Pastos y Forrajes*. 2018;42(1):3-12. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942019000100003&Ing=es&nrm=iso&tIng=es.
- [2] Correa SP. Comparación productiva de tres cultivares de Ryegrass Perenne (*Lolium Perenne*) en términos de producción y calidad, Tambillo – Ecuador. Quito: Universidad Central del Ecuador Facultad de Ciencias Agrícolas Carrera de Ingeniería Agronómica; 2016. Available from: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8031/1/T-UC>.
- [3] León R, Bonifaz N, Gutiérrez F. Pastos y forrajes del Ecuador siembra y producción de pasturas. Cuenca: Universidad Politecnica Salesiana; 2018. Available from: <http://dspace.ups.edu.ec>
- [4] Quilumbaquin G, Magdalena A. Determinación del valor nutritivo del Ray Grass Perenne (*Lolium Perenne*) destinado a la alimentación del ganado vacuno mediante la correlación entre grados brix y digestibilidad, Cayambe - Ecuador 2013. Quito: Universidad Politécnica Salesiana Ingeniería Agropecuaria; 2014. Available from: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6235/1/UPS- YT00271.pdf>.
- [5] Balseca B, Sofia S. Evaluación de la producción primaria de una pradera establecida al aplicar diferentes niveles de fertilizantes inorgánicos. Riobamba: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo; 2017. Available from: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7157/1/17T1474.pdf>.
- [6] Castro JL. Manejo agroecológico del *trifolium repens*, *lolium perenne*, con varios niveles de abono orgánico comercial más una base de enraizador en los suelos del cantón Quero de la provincia de Tungurahua. Riobamba: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo; 2018. Available from: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8522/1/17T1533.pdf>.
- [7] Magi G, Amparito A. Determinación in situ de la edad y hora óptima de corte sobre la concentración de carbohidratos solubles en Alfalfa Morada (*Medicago*



- Sativa). Riobamba: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo; 2019. Available from: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/13384/1/17T01607.pdf>.
- [8] Mayer F, Anibal C. Influencia de los carbohidratos solubles de los forrajes frescos encañados sobre la producción de carne. *Revista Investigación Pecuaria investig.* 2013;2(2):13-21. Available from: <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/revip/article/view/494>.
- [9] Valencia V, Nelson Y. Adaptabilidad de seis variedades de ryegrass y su desempeño productivo en la hacienda Tajamar, cantón Cayambe. Riobamba: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo;2019. Available from: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/21131/1/T-IASA I-005560.pdf>.