

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
CAMPUS TECNOLÓGICO LOCAL SAN CARLOS**

**EFFECTO DEL INTERVALO DE CORTE SOBRE
PARAMETROS PRODUCTIVOS Y NUTRICIONALES DE UNA
PASTURA A BASE DE KIKUYO (*Kikuyuochloa clandestina*
(Hochst. ex Chiov) H. Scholz), EN SUCRE, SAN CARLOS,
COSTA RICA**

Trabajo Final de Graduación presentado a la Escuela de Agronomía
como requisito parcial para optar al grado de
Licenciatura en Ingeniería en Agronomía

VÍCTOR MOISÉS VARGAS CRUZ



Carrera de Ingeniería en Agronomía
Tecnológico de Costa Rica
Sede Regional San Carlos
2005-2018

SANTA CLARA, 2019

EFFECTO DEL INTERVALO DE CORTE SOBRE PARAMETROS
PRODUCTIVOS Y NUTRICIONALES DE UNA PASTURA A BASE
DE KIKUYO (*Kikuyuochloa clandestina* (Hochst. ex Chiov) H.
Scholz), EN SUCRE, SAN CARLOS, COSTA RICA

VÍCTOR MOISÉS VARGAS CRUZ

Aprobado por los miembros del Tribunal Evaluador:

Ing. Agr. Milton Villarreal Castro, Ph. D.



Asesor principal

Ing. Agr. Alberto Camero Rey, M. Sc.



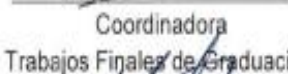
Jurado

Ing. Agr. Wilfrido Paniagua Madrigal, MGA.



Jurado

Ing. Agr. Zulay Castro Jiménez, MGA.



Coordinadora
Trabajos Finales de Graduación

Ing. Agr. Alberto Camero Rey, M. Sc.



Director
Escuela de Agronomía

SANTA CLARA, 2019

DEDICATORIA

A Dios por permitirme culminar esta etapa de mi vida, por darme la sabiduría, perseverancia para poder concluir el periodo universitario y ser mi guía.

A mis padres Víctor Julio Vargas Cordero y Jineth Cruz Campos, quienes, con su esfuerzo, amor, oraciones, consejos, palabras de aliento y paciencia me acompañaron en este largo caminar, pudiendo cumplir hoy un sueño más.

A mis hermanas María Dilana y Stephanie por su cariño y apoyo incondicional durante todo este proceso y ser un ejemplo de superación y lucha, quienes me enseñaron que no hay nada que no podamos alcanzar.

AGRADECIMIENTO

A mi Dios por el don de la vida y permitirme disfrutar de ella, está conmigo siempre y permitirme concluir esta etapa.

A mi familia por su apoyo incondicional y por su ayuda cuando lo necesité y así lograr formarme como persona y profesional.

A mis compañeros, y amigos con los que disfruté y compartí esta etapa de vida en la cual siempre me ayudaron a salir adelante.

A todos los profesores de la Escuela de Agronomía, por el aporte de conocimientos en estos años de carrera de formación profesional y a Zulay Castro por toda su ayuda y disposición.

Al profesor Milton Villarreal, por su apoyo, confianza y ser mi guía para poder concluir esta etapa.

Al Instituto Tecnológico de Costa Rica sede San Carlos, por ser la Institución en la cual me formé como profesional y por haberme ofrecido todos los recursos académicos para convertirme en Ingeniero Agrónomo.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
TABLA DE CONTENIDO	V
LISTA DE CUADROS	VII
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE ANEXOS	X
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIV
1. INTRODUCCION.....	1
1.1. Justificación.....	1
1.2. Objetivo general	3
1.3. Objetivos específicos.....	3
1,4. Hipótesis de investigación	4
2. Revisión de literatura	5
2.1. La producción mundial de leche	5
2.2. La ganadería de leche en Costa Rica y en la Zona Norte e importancia de las pasturas.....	5
2.3. Forrajes	7
2.3.1. Propiedades nutricionales del forraje	9
2.3.1.1. Materia seca	9
2.3.1.2. Proteína cruda	9
2.3.1.3.1. Fibra neutro detergente	11
2.3.1.3.2. Fibra acido detergente.....	11
2.3.2. Crecimiento, producción de biomasa y disponibilidad.....	12
2.3.3. Intervalos de corte del forraje	13
2.4. Generalidades del kikuyo	14
2.5. Asociación del kikuyo con otras pasturas.....	18
3. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Ubicación del estudio	19
3.2. Periodo de estudio	21
3.3. Material experimental	22
3.4. Descripción de tratamientos.....	23
3.5. Unidad y área experimental.....	23

3.6.	Variables de respuesta.....	24
3.7.	Toma de muestras y obtención de la información	25
3.8.	Diseño y arreglo experimental.....	27
3.9.	Análisis de datos	28
4.	Resultados y discusión.....	29
4.1.	Producción de forraje	29
4.1.1.	Contenido de materia seca (%MS).....	29
4.1.2.	Producción de materia seca	30
4.2.	Valor nutritivo	33
4.2.1.	Contenido de Proteína cruda (PC %).....	33
4.2.2.	Fibra neutro detergente (FDN%).....	36
4.2.3.	Fibra ácido detergente (FAD%).....	37
4.2.4.	Extracto etéreo (E.E. %).....	38
4.2.5.	Cenizas (%).....	38
4.2.6.	Lignina (%)	39
4.3.	Composición botánica de la pastura.....	41
4.4.	Momento óptimo de cosecha.....	43
4.5.	Resumen de los resultados obtenidos en la investigación	44
5.	Conclusiones	48
6.	Recomendaciones.....	49
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	50
8.	Anexos	57

LISTA DE CUADROS

N°	Título	Página
1.	Potencialidad de producción de pastos de uso común en el trópico.	8
2.	Valor nutritivo de pastos de uso común en el trópico.	8
3.	Composición química del pasto kikuyo en muestras recolectadas en Antioquia Colombia.	16
4.	Análisis nutricional del pasto kikuyo con edad entre los 57 días y 70 días.	16
5.	Resultados del análisis químico del suelo del área experimental en la finca La Bretañita en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.	21
6.	Análisis bromatológico del componente forrajero en la finca La Bretañita en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2015.	21
7.	Fuentes de variación y grados de libertad en la investigación sobre el efecto del intervalo de corte en una pastura a base de pasto kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.	24
8.	Variables de respuesta en la investigación sobre el efecto del intervalo de corte en una pastura a base de pasto kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.	25
9.	Cortes de la pastura a base de pasto kikuyo y fechas para el análisis de la muestra en la investigación del efecto del intervalo de corte, Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.	26
10.	Efecto del intervalo de corte sobre el contenido de materia seca (MS 55 °C) en una pastura a base de kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.	29
11.	Efecto del intervalo de corta sobre la producción (kg MS/ha/día) en una pastura a base de kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.	31
12.	Efecto del intervalo de corte sobre la producción (kg MS/ha/corte) por hectárea durante cada corte en una pastura a base de kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.	32

13. Efecto del intervalo de corta sobre la producción (t MS/ha/año) en una pastura a base de kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.	33
14. Efecto del intervalo de corta sobre el contenido de proteína cruda (PC%) en una pastura a base de kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.	34
15. Efecto del intervalo de corta sobre el contenido de fibra neutro detergente (FND%) en una pastura a base de kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.	36
16. Efecto del intervalo de corte sobre el contenido de fibra ácido detergente (FAD%) en una pastura a base de kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.	37
17. Efecto del intervalo de corte sobre el contenido de extracto etéreo (E.E.%) en una pastura a base de kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.	38
18. Efecto del intervalo de corte sobre el contenido de cenizas (%) en una pastura a base de Kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.	39
19. Efecto del intervalo de corte sobre el contenido de lignina (%) en una pastura a base de kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.	40
20. Composición química del kikuyo usado para la digestibilidad in situ, a tres edades de rebrote, en base a MS, en Ecuador.	41
21. Efecto del intervalo de corte sobre la composición botánica en una pastura a base de kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.	42
22. Valores obtenidos según cada variable de respuesta y recopilación de datos de otros estudios en la investigación en una pastura a base de kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.	45

LISTA DE FIGURAS

N°	Título	Página
1.	Precipitación acumulada mensual (mm) desde septiembre 2017 a junio 2018 en la finca La Bretañita en Sucre, San Carlos, Costa Rica.	20
2.	Pastura a base de pasto kikuyo, después del corte de uniformación, utilizada en el estudio del efecto de intervalos de corte en Finca La Bretañita, Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.	23
3.	Diseño del área experimental en la investigación sobre el efecto del intervalo de corte en una pastura a base de pasto kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.	24
4.	(A) Marco de muestreo de 0,25 m ² durante la recolección de muestra. (B) Área de cosecha después del muestreo. Investigación sobre efecto de la frecuencia de corte en una pastura a base de kikuyo, Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.	26
5.	Corte de uniformación de la pastura a base de kikuyo después de tomadas las muestras en la investigación del efecto del intervalo de corte, Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.	27
6.	Potencial (t/ha/año) de materia seca (MS) y proteína cruda (PC) en una pastura a base de kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.	44

LISTA DE ANEXOS

N°	Título	Página
1.	Cuadro A1. ANDEVA, materia parcialmente seca (MS 55 °C) de kikuyo.....	57
2.	Cuadro A2. Medias y comparación de medias, materia parcialmente seca (MS 55 °C) de kikuyo.....	57
3.	Cuadro A3. ANDEVA - Tasa de crecimiento forraje total (hojas y tallos) (kg MSha ⁻¹ día ⁻¹) de kikuyo.....	58
4.	Cuadro A4. Medias y comparación de medias - Tasa de crecimiento forraje total (hojas y tallos) (kg MS ha ⁻¹ día ⁻¹) de kikuyo.....	58
5.	Cuadro A5. ANDEVA - Producción de forraje total (hojas y tallos) (kg MS ha ⁻¹ corte ⁻¹) de kikuyo.....	59
6.	Cuadro A6. Medias y comparación de medias - Producción de forraje total (hojas y tallos) (kg MS ha ⁻¹ corte ⁻¹) de kikuyo.....	59
7.	Cuadro A7. ANDEVA - Tasa de crecimiento forraje total (hojas y tallos) (t MSha ⁻¹ año ⁻¹) de kikuyo.....	60
8.	Cuadro A8. Medias y comparación de medias - Tasa de crecimiento forraje total (hojas y tallos) (t MS ha ⁻¹ año ⁻¹) de kikuyo.	60
9.	Cuadro A9. ANDEVA – Contenido Proteína Cruda (PC, %) de kikuyo.	61
10.	Cuadro A10. Medias y comparación de medias - Contenido de Proteína Cruda (PC, %) en kikuyo.	61
11.	Cuadro A11. ANDEVA – Contenido de Fibra Neutro Detergente (FND, %) de kikuyo.	62
12.	Cuadro A12. Medias y comparación de medias - Contenido de Fibra Neutro Detergente (FND, %) en kikuyo.	62
13.	Cuadro A13. ANDEVA – Contenido de Fibra Ácido Detergente (FAD, %) en kikuyo.	63
14.	Cuadro A14. Medias y comparación de medias - Contenido de Fibra Ácido Detergente (FAD, %) en kikuyo.	63
15.	Cuadro A15. ANDEVA - Contenido de Extracto Etéreo (E.E, %) en kikuyo.	64

16. Cuadro A16. Medias y comparación de medias - Contenido de Extracto etéreo (E.E, %) en kikuyo.....	64
17. Cuadro A17. ANDEVA - Contenido de Cenizas (cen, %) en kikuyo.....	65
18. Cuadro A18. Medias y comparación de medias - Contenido de Cenizas (cen, %) en kikuyo.....	65
19. Cuadro A19. ANDEVA – Contenido de Lignina (lig, %) en kikuyo.....	66
20. Cuadro A20. Medias y comparación de medias - Contenido de Lignina (lig, %) en kikuyo.	66
21. Cuadro A21. ANDEVA. Composición botánica (%) al inicio en una pastura a base de kikuyo.....	67
22. Cuadro A22. Medias y comparación de medias – Composición botánica (%) al inicio en una pastura a base de kikuyo.	67
23. Cuadro A23. ANDEVA. Composición botánica (%) al final en una pastura a base de kikuyo.....	68
24. Cuadro A24. Medias y comparación de medias – Composición botánica (%) al inicio en una pastura a base de kikuyo.	68
25. Cuadro A25. ANDEVA. Composición botánica (%) la diferencia entre inicio y final en una pastura a base de kikuyo.	69
26. Cuadro A26. Medias y comparación de medias – Composición botánica (%) la diferencia entre inicio y final en una pastura a base de kikuyo.	69

RESUMEN

Se evaluó el efecto del intervalo de corte (frecuencia de cosecha), sobre parámetros productivos y valor nutritivo de una pastura a base de kikuyo (*Kikuyuochloa clandestina* (Hochst. ex Chiov) H. Scholz); el estudio se realizó en la finca La Bretañita, situada en el distrito Quesada, específicamente en el poblado de Sucre del cantón de San Carlos, Costa Rica. El estudio consistió en cuatro tratamientos (intervalos de corte): $T_1 = 30$ días, $T_2 = 40$ días, $T_3 = 50$ días y $T_4 = 60$ días. Los tratamientos fueron distribuidos aleatoriamente en cinco bloques. Las variables de respuesta fueron contenido (%) y de producción de materia seca (MS) (kg ha^{-1} , $\text{kg ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$ y $\text{kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$). Las características de valor nutritivo evaluadas fueron contenido de proteína cruda (PC%), fibra neutro detergente (FDN%), fibra ácido detergente (FAD%), extracto etéreo (EE%), cenizas (%) y lignina (%). Al inicio y final del ensayo se evaluó la composición botánica y se determinó el cambio en la proporción de las diferentes categorías de vegetación existente en las parceas. Los contenidos de MS fueron similares entre tratamientos aunque a 30 días de intervalo entre cortes, se obtuvo el mayor valor (18,9 %, $P < 0.05$). La producción de MS tendió a incrementar conforme los intervalos entre cortes fueron mayores. Con excepción del tratamiento de 50 días, las menores producciones, tanto tasa de crecimiento como producción por corte, fueron menores ($P < 0.05$) a 30 días de intervalo entre cortes. Las producciones estimadas $\text{ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ fueron de 19,8 y 24,5 t MS, para 30 y 60 días, respectivamente. Se presentó una reducción en el valor nutritivo, el contenido de PC bajó de 22,4 a 20,0% ($P < 0.05$), mientras que los contenidos de FND y FAD subieron levemente de 61,1 a 62,0 ($P > 0.05$) y de 29,7 a 31,5% ($P < 0.05$), respectivamente. Los contenidos de extracto etéreo y cenizas no fueron alterados ($P > 0.05$), mientras que si se registró un incremento ($P < 0.05$) en el nivel de lignina al incrementar el intervalo entre cortes. El principal cambio en composición botánica ocurrió en el tratamiento 30 días intervalo entre corte, donde la proporción de kikuyo disminuyó en 13 puntos porcentuales con un incremento en la proporción de

estrella africana. De acuerdo a los anteriores resultados, se sugiere que bajo las condiciones de finca en la cual se manejan las pasturas de kikuyo en sistemas de corte y acarreo, se permitan intervalos de cosecha entre 40 y 60 días ya que los cambios tanto en rendimiento como en valor nutritivo no son marcadamente diferentes en este rango. Se desprende de este estudio que el pasto kikuyo no presenta reducciones severas en valor nutritivo por efecto de la edad, como sería esperable en otras especies tropicales.

Palabras clave: Kikuyo, Producción de forraje, Frecuencia de cosecha, Valor nutricional, Composición botánica, PC, MS, FND, FAD, EE, Cenizas, Lignina.

ABSTRACT

The effect of the cut interval (harvest frequency), on productive parameters and nutritional value of a pasture based on kikuyo (*Kikuyuochloa clandestina* (Hochst. ex Chiov) H. Scholz) was evaluated; the study was carried out in the La Bretañita farm, located in the Quesada district, specifically in the town of Sucre in the canton of San Carlos, Costa Rica. The study consisted of four treatments (cutting intervals): $T_1 = 30$ days, $T_2 = 40$ days, $T_3 = 50$ days and $T_4 = 60$ days. The treatments were randomly distributed in five blocks. The response variables were content (%) and dry matter production (DM) (kg ha^{-1} , $\text{kg ha}^{-1} \text{ cut}^{-1}$ and $\text{kg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$). The nutritional value characteristics evaluated were crude protein content (PC%), neutral detergent fiber (FDN%), detergent acid fiber (FAD%), ethereal extract (EE%), ashes (%) and lignin (%). At the beginning and end of the trial the botanical composition was evaluated and the change in the proportion of the different categories of vegetation in the plots was determined. The DM contents were similar between treatments although at 30 days of interval between cuts, the highest value was obtained (18.9%, $P < 0.05$). The production of DM tended to increase as the intervals between cuts were higher. With the exception of the 50-day treatment, the lowest production, both growth rate and production per cut, were lower ($P < 0.05$) at 30 days between cuts. The estimated productions $\text{ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$ were 19.8 and 24.5 t DM, for 30 and 60 days, respectively. There was a reduction in nutritional value, PC content fell from 22.4 to 20.0% ($P < 0.05$), while FND and FAD content rose slightly from 61.1 to 62.0 ($P > 0.05$) and from 29.7 to 31.5% ($P < 0.05$), respectively. The contents of ethereal extract and ashes were not altered ($P > 0.05$), while there was an increase ($P < 0.05$) in the level of lignin by increasing the interval between cuts. The main change in botanical composition occurred in the 30-day interval between cut treatment, where the proportion of kikuyo decreased by 13 percentage points with an increase in the African star proportion. According to the previous results, it is suggested

that under the farm conditions in which kikuyo pastures are handled in cutting and hauling systems, harvest intervals between 40 and 60 days are allowed since changes in both yield and yield Nutritive value are not markedly different in this range. It is clear from this study that kikuyo grass does not show severe reductions in nutritional value due to age, as would be expected in other tropical species.

Key words: Kikuyo, Forage production, Harvest frequency, Nutritional value, Botanical composition, PC, MS, FND, FAD, EE, Ashes, Lignin.

1. INTRODUCCION

1.1. Justificación

En Costa Rica una de las mayores fortalezas es la creciente demanda de lácteos de excelente calidad, el consumo *per cápita* es de 217,11 kilogramos de leche de bovinos al año (PROLECHE 2016); comparado con años anteriores el consumo ha aumentado a nivel de país y de la región centroamericana, lo que ha obligado a los productores a buscar constantemente mejores alternativas para incrementar los rendimientos en sus sistemas de producción, en adición a esto, los altos precios de los insumos impulsan el auge de nuevos métodos para reducir los costos de producción.

La eficiencia y el rendimiento de un sistema de producción de leche se enfoca en la alimentación a base de forrajes, buscando óptima producción y alto valor nutritivo. Para ello, se deben incorporar prácticas de manejo como la fertilización, manejo de periodo de ocupación, periodo de descanso y carga animal, entre otros (Sánchez e Hidalgo 2016).

El desafío de un sistema de producción lechera es disminuir costos para ser competitivo; aproximadamente, el 41% de los costos de operación de dichos sistemas corresponden a gastos por alimentación animal (Alfaro 2015). La Cámara Nacional de Productores de Leche (2018), reporta al respecto, que los gastos de alimentación llegan hasta el 52%. A nivel mundial se reciben amenazas sobre la reducción de la barrera arancelaria (disminución progresiva de 6,5% cada año); esto afecta directamente al productor porque es competencia por venta de productos lácteos que ingresan al país con precios bajos, provocando disminución de ventas. Al ser esto un elemento de tanto peso económico en el sistema productivo es necesario incrementar la eficiencia en la nutrición animal mediante el uso racional y decreciente de concentrados balanceados en las dietas de los animales y crear más conciencia en utilizar correctamente los forrajes disponibles.

Los forrajes deben ser la base en los sistemas de alimentación, siempre y cuando la disponibilidad y calidad no sean limitantes (Madriz 2016). El forraje es

el principal recurso que se debe tomar en cuenta en cualquier explotación ganadera porque es lo que abarata los costos de producción aportando una fuente importante de fibra, proteína, vitaminas y minerales para la nutrición de los bovinos (Sánchez 2007).

Costa Rica por ser un país pequeño y de alto costo de vida, los costos de producción tienden a ser altos debido al alto costo de los servicios públicos, combustibles y mano de obra. El manejo de los suelos para la producción forrajera es ineficiente debido al uso inadecuado de agroquímicos y/o ausencia de fertilizaciones. Surge entonces la importancia de una orientación hacia una producción sostenible, retornando al suelo los nutrimentos usados para la producción de forraje y recuperando la estructura del suelo, siendo esta la más importante para producir un forraje de alta calidad para la nutrición animal y disminuir el uso de alimentos balanceados (Madriz 2016).

Según Sánchez (2007), en toda finca siempre se debe conocer la calidad del forraje la cual depende de la edad en la que el pasto va a ser cortado o cosechado por el animal, para esto siempre se debe conocer las características de los forrajes en cada zona específica, midiendo su rendimiento y valor nutritivo. Estos parámetros pueden ser afectados según la época del año por las variables climáticas; el tener estos criterios presentes sirve para mejorar el manejo de las pasturas para lograr mayor eficiencia.

Lo antes citado impulsa a los productores a apostar por metodologías que sean ambientalmente amigables, que optimicen el desempeño de la fertilidad del suelo y mejoren la nutrición y producción del forraje, logrando un aumento en la producción y rentabilidad del sistema de producción lechera.

El pasto kikuyo constituye una buena alternativa para la implementación de un adecuado sistema de producción de leche, pues es una gramínea de buena producción y valor nutritivo, significando una buena opción para producir en el trópico a alturas de 1200 msnm a 1800 msnm; es una planta muy eficiente en su proceso fotosintético y rápido crecimiento, la producción oscila entre 20 toneladas y 30 toneladas de materia seca por hectárea por año en rotaciones de 30 días a

40 días y teniendo aproximadamente 4,5 hojas de crecimiento (Sánchez y Martínez 2008, Sánchez 2007). Además, presenta adaptabilidad a los cambios de temperatura, es agresiva entre las otras pasturas que la acompañan en el sitio y se recupera fácilmente con una labranza mínima en los potreros.

La implementación de sistemas de producción eficientes surge como una alternativa para la lograr aumentos del producto y disminuir costos, por ello el pasto mencionado, al tener una mayor cobertura del suelo, superior producción por metro cuadrado y elevado contenido de proteína, se convierte en una alternativa importante para los ganaderos productores de leche. Es así, como en la presente investigación se determinó el efecto de cuatro intervalos de corte sobre parámetros productivos y nutricionales de una pastura a base de kikuyo.

1.2. Objetivo general

Evaluar el efecto de cuatro intervalos de corte sobre parámetros productivos y nutricionales de una pastura a base de Kikuyo en la finca La Bretañita en Sucre, San Carlos.

1.3. Objetivos específicos

- Determinar la producción de forraje de una pastura a base de kikuyo a diferentes intervalos de corte.
- Determinar el valor nutritivo del forraje a diferentes intervalos de corte.
- Comparar la producción de materia seca (MS) y el valor de las variables nutricionales: contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra neutro detergente (FDN), fibra ácido detergente (FAD), cenizas, lignina y extracto etéreo (E.E.) de la pastura a base de kikuyo según el intervalo de corte.
- Determinar la edad óptima de corte según la producción y valor nutritivo del forraje a base de Kikuyo.

- Determinar los cambios en la composición botánica de una pastura a base de kikuyo, según el intervalo de corte realizado durante cuatro meses.

1,4. Hipótesis de investigación

- Existe una frecuencia de corte óptima para obtener los mejores rendimientos productivos y nutricionales en la pastura a base de kikuyo en finca La Bretaña.
- Conforme aumenta la edad de cosecha, ocurre una disminución en el valor nutritivo de la pastura a base de kikuyo.
- Cosechas mecánicas del pasto kikuyo a diferentes intervalos, provocan cambios en la composición botánica de la pastura.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. La producción mundial de leche

A nivel mundial la ganadería está relacionada con una gran parte de la población y su tendencia es seguir creciendo; cerca de 150 millones de hogares se dedican a la producción láctea abarcando pequeños y grandes productores; la producción de leche mundial alcanzó los 811 millones de toneladas en el 2017 superando el año 2016 en 1,4%. A nivel mundial, el negocio de la leche se ha vuelto más competitivo por lo que se requiere cada vez más, lograr mayor eficiencia en el proceso productivo. La leche es un alimento muy completo por la gran cantidad de nutrientes que aporta y es un producto que con buen manejo es fácil producirla (FAO 2015).

América Latina y el Caribe son regiones de relevante importancia en la ganadería vacuna, al concentrar el 26% de las existencias mundiales de esta especie ganadera y aportar el 10% de la producción de leche y el 20% de la producción de carne, en tanto sólo posee el 8% de la población mundial (Milera 2006).

2.2. La ganadería de leche en Costa Rica y en la Zona Norte e importancia de las pasturas

La producción de ganado bovino en Costa Rica está distribuida en todas las regiones del país, abarcando diferentes ecosistemas, esto provoca distintas externalidades ambientales significativas ya que el uso inadecuado del suelo puede provocar un deterioro del mismo en distintas partes del territorio nacional (Holmann *et al.* 2007). Para evitar el deterioro del suelo dedicado a la ganadería se debe de dar un buen manejo y ello implica un adecuado uso de las pasturas. Sobre este tema Cardona (2016), menciona que las explotaciones de ganado bovino en Costa Rica se basan en pastoreo como la principal fuente de alimentación de los animales y esto puede repercutir en los costos de producción y en la misma producción por el valor nutritivo y baja producción en la época seca.

En la Región Huetar Norte la ganadería bovina es una de las actividades importantes, se manejan datos que indican que el 46% del ganado a nivel regional se destina para la venta de carne, el 35% es para ganado de doble propósito y 18% para el ganado de leche. Barrientos y Chaves (2008), complementan argumentando que en toda la región un alto porcentaje de la superficie es destinadas a las pasturas.

El pastoreo racional considera algunas propuestas hechas por Voisin en el año 1963 y recopiladas por Sorio (2012), las cuales establecen lo siguiente:

Los forrajes son una alternativa para incrementar la productividad del sistema lechero, por el aporte de nutrientes que tiene el pasto, para obtener los mejores resultados debemos respetar las leyes del pastoreo racional para optimizar el aprovechamiento del mismo, mejorando su eficiencia. Dichas leyes son:

Primera ley (la ley de descanso): es fundamental porque para que un animal pueda cosechar forraje de buena calidad, tiene que haber pasado un tiempo de recuperación de la planta donde puede desarrollarse completamente y volver a guardar sus energías de reserva para su próxima cosecha, estos tiempos pueden variar según la condición climática, invierno o verano.

Segunda ley (la ley de ocupación): se fundamenta, según Sorio (2012) en que los animales que estén cosechando los brotes nuevos y tiernos no pueden volver a cosechar los nuevos brotes que vengan sin antes salir del repasto, deben permanecer el menor tiempo posible en el repasto, donde aprovechen el máximo, pero sin exceder los días.

Tercera ley (ley de la ayuda): los animales más productores siempre van a tener requerimientos más altos para satisfacer sus necesidades, debemos darle la mejor cantidad y calidad del forraje a nuestros animales, para contrarrestar la necesidad de estos mismos, logrando una eficiente producción.

Cuarta ley (ley de los rendimientos regulares): los animales entre menos tiempo duren cosechando un mismo repasto mejor va a ser su aprovechamiento, porque entre más días dure en el mismo potrero va disminuir la disponibilidad del

forraje y por ende conforme aumenten los días su consumo va disminuir (Sorío 2012).

2.3. Forrajes

Los forrajes de piso son la fuente más abundante y barata para la alimentación de los rumiantes, es la base principal para los sistemas de producción en el trópico, la eficiencia de los sistemas de producción de leche se basa en la explotación máxima de los pastos de buena calidad, un pasto de valor nutritivo alto tiene la capacidad de producir en un animal de 8 kg/día a 10 kg/vaca/día (Jiménez 2008, Villarreal 2008).

La calidad de un forraje es limitada por el consumo y por una serie de variables que la componen como; el contenido de materia seca donde se almacenan los contenidos de proteína cruda, contenido mineral y la energía. Los forrajes presentes en el trópico tienen hasta 80% de agua, lo que representa un llenado ficticio en el animal que al final va a ser excretado, el objetivo es dar un pasto con el mayor contenido de materia seca para no llenar el animal con agua y por ende no provocar un llenado físico.

La proteína estimada para los forrajes del trópico oscila entre el 10% y 14% en su estado de madurez óptimo, si el pasto no es cosechado en el tiempo ideal, los niveles de proteína comienzan a disminuir por la senescencia de la pastura. El contenido mineral es de mucha importancia en los forrajes porque ayuda a prevenir desordenes metabólicos. El contenido energético es la principal limitación que tienen los pastos del trópico, por su poco aprovechamiento, asociado a su composición química (carbohidratos), nuestros forrajes son altos en fibras neutro-detergentes (FND) con valores superiores del 60% y digestibilidades bajas lo que conlleva a bajos consumos (Villarreal 2008).

Precisamente, las características nutricionales de algunas de las especies que se utilizan en el país como pasturas, en sistemas de pastoreo intensivo con fertilización, permiten obtener alta concentración de nutrientes; esto no es exclusivo de Costa Rica, pues otros estudios demuestran que donde hay rotación

en las pasturas, estas superan nutricionalmente los henos y ensilajes (Dos Pinos 2013).

Potencialidad de producción y valores nutricionales de los forrajes de uso común en nuestro país y en el trópico en general, son presentados en los siguientes cuadros, el Cuadro 1 da a conocer el tipo de pasto y la potencialidad de producción en toneladas de materia seca/ha/año según edades de rebrote, mientras que el Cuadro 2 presenta las variables y los valores nutricionales de estos pastos.

Cuadro 1. Potencialidad de producción de pastos de uso común en el trópico.

Especie	Producción (t MS ha año ⁻¹)	Observaciones (Edad de rebrote, días)
Kikuyo (<i>P. clandestinum</i>)	20-25	30 a 40
Estrella africana (<i>C. nlemfuensis</i>)	20-30	20 a 30
Brizantha (<i>B. brizantha</i>)	20-25	21 a 28
Toledo (<i>B. brizantha</i> cv. Toledo)	25-30	21 a 28
Dictyoneura (<i>B. dictyoneura</i>)	10-15	25 a 30
Humidícola (<i>B. humidicola</i>)	8-10	25 a 30
Mulato (<i>Brachiaria</i>)	25-30	21 a 28
Jaragua (<i>H. rufa</i>)	12-20	35 a 40
Guinea (<i>P. maximum</i>)	18-28	30 a 40
Tanzania (<i>P. maximum</i>)	20-25	30 a 40
Mombaza (<i>P. maximum</i>)	20-28	30 a 40

Adaptado de Sánchez (2007)

Cuadro 2. Valor nutritivo de pastos de uso común en el trópico.

Especie	MS	PC (% de MS)	FDN	ENL (Mcal/kg MS)
Kikuyo (<i>P. clandestinum</i>)	19-14	21-23	60-62	1,3-1,4
Estrella africana (<i>C. nlemfuensis</i>)	25-22	13-18	72-70	1,1-1,3
Brizantha (<i>B. brizantha</i>)	25-21	10-12	70-69	1,2-1,3
Toledo (<i>B. brizantha</i> cv. Toledo)	25-20	9-11	69-67	1,2-1,3
Dictyoneura (<i>B. dictyoneura</i>)	31-22	7-10	72-71	1,2-1,3
Mulato (<i>Brachiaria</i>)	20	11,5	65	1,3
Jaragua (<i>H. rufa</i>)	35-20	4-8	75-69	0,9-1
Guinea (<i>P. maximum</i>)	19	11	68	1,2

Adaptado de Sánchez (2007)

2.3.1. Propiedades nutricionales del forraje

2.3.1.1. Materia seca

La producción de materia seca depende de muchos factores como el manejo de la pastura, fertilidad del suelo y de factores externos como precipitación, radiación solar, humedad y temperatura, estos factores van a decir el porcentaje de materia seca que tenga un forraje y por ende a partir del % de MS va a depender la calidad del pasto (Sánchez 2007).

La fracción de materia seca es donde se encuentran los nutrientes y es lo que aprovechan los animales en grado variable, lo demás es agua que sale al someter el alimento a una temperatura aproximadamente de 55°C por 48 horas (Ramírez 2011). El contenido de materia seca de un pasto se obtiene al someter una muestra fresca (“as is” o “tal como ofrecido”) a un proceso de secado a 55 °C por tres días, aproximadamente, hasta obtener una muestra con un contenido de materia seca constante. A este proceso se le llama obtención de “materia parcialmente seca”, pues la muestra aun conserva cierto contenido de humedad (alrededor de 8%).

En pasturas fertilizadas, el kikuyo puede alcanzar hasta 24,8% de materia seca (Mena 2013) y el pasto estrella africana puede tener hasta un 23,6% de materia seca (Villalobos y Arce 2013). Estos valores son muy buenos porque nos ofrece una alta cantidad de nutrientes.

2.3.1.2. Proteína cruda

Se le denomina proteína cruda, porque no solo se determinan proteínas sino también compuestos nitrogenados, las proteínas son compuestos nitrogenados que están integrados por cadenas de aminoácidos que son necesarios para realizar funciones fisiológicas del animal. El termino de cruda o bruta, es para indicar que no son determinaciones de entidades químicas puras, sino que además se obtienen otros compuestos que no son estrictamente proteínas.

El contenido de proteína cruda podría fraccionarse en nitrógeno no proteico del alimento, que comprende nitratos, aminoácidos y otros compuestos nitrogenados, denominado Fracción A. La proteína verdadera soluble comprende

los aminoácidos que se liberan prácticamente en su totalidad en el rumen y se define como Fracción B1. Existe otra fracción compuesta por la proteína verdadera insoluble no ligada a la fibra detergente neutro (FDN), la cual se utiliza en el rumen entre el 70% y 85%; el resto pasa al intestino delgado donde es completamente digerida, esta fracción se conoce como Fracción B2. Otra fracción que corresponde a la proteína de la dieta de mayor eficiencia para el rumiante es el nitrógeno verdadero ligado a la fibra detergente neutro, que en el rumen se utiliza del 10%-25%; el resto pasa al intestino delgado donde las proteasas intestinales digieren el 80% de esta proteína, esta fracción se llama Fracción B3; finalmente está la fracción no disponible (escapa rumen y digestión intestinal) llamada fracción C (UCR 2019, Jiménez y Quevedo 2011).

Los valores de proteína varían según la especie forrajera, existen forrajes de muy altos valores proteicos como el kikuyo que pueden presentar valores mayores a 20,6% de proteína cruda (Sossa y Barahona 2015). La fertilización es esencial para mejorar los valores nutricionales de un forraje, cuando se utilizan formulas altas en nitrógeno y potasio podemos alcanzar altos valores nutricionales (Mena 2013).

El contenido de fibra y de proteína son determinantes en la definición del valor nutritivo de un alimento (Romero 2012, citado por Castro 2017). Mejoras en el valor nutritivo de una pastura implica ventajas en la producción del sistema pecuario (Castro 2017).

2.3.1.3. Fibra

La fibra en los forrajes es un indicador de la calidad, valores de fibra menores, indican generalmente forrajes más digestibles y de mayor consumo por parte del animal, los rumiantes requieren de un mínimo de consumo de fibra por día y dichos valores deben respetarse porque el animal debe consumir materia seca para el buen funcionamiento del rumen y satisfacer sus necesidades de energía y proteína evitando desbalances metabólicos (Sánchez 2007).

La fibra está formada por azúcares complejos, como celulosa y hemicelulosa; la fibra se encuentra en la pared celular de las células vegetales y por tanto se

encuentra en las hojas y tallos de plantas, como gramíneas, leguminosas y arbustos forrajeros y es la encargada de dar rigidez a la planta. Cuando la planta está madura comienza a lignificar sus tejidos; la lignina es un polímero que aumenta la rigidez de la planta, es insoluble en ácido y disminuye la digestibilidad de la fibra en el rumen. La fibra se clasifica como fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) de acuerdo a la conceptualización sugerida por Van Soest (1994).

2.3.1.3.1. Fibra neutro detergente

La FDN está muy ligada al consumo del pasto por parte del rumiante. La FDN está formada por celulosa, hemicelulosa, lignina, pectinas y sílice, cutina, entre otros elementos, que son componentes de la pared celular; a mayor FDN menor consumo voluntario de materia seca (MS) (Jiménez y Quevedo 2013).

2.3.1.3.2. Fibra ácido detergente

Por su parte, la FDA está compuesta por celulosa, lignina y sílice; a mayor FDA menor digestibilidad. La fibra es transformada en el rumen por medio de los microorganismos en ácidos grasos volátiles (AGV), que son: ácido propiónico, ácido acético y ácido butírico. El ácido propiónico es una fuente de glucosa y es precursor de aminoácidos, lo que puede promover la formación de masa muscular y el aumento de peso corporal y en la producción de leche por contribuir en la síntesis de lactosa; el ácido butírico es fuente de cuerpos cetónicos que pueden ser utilizados como fuentes de energía; el ácido acético es lipogénico por lo que está asociado con la síntesis de grasa en la leche y es en general fuente de energía a nivel celular en tejidos de rumiantes. Una deficiencia de fibra en la ración, acompañada de exceso de almidones en la dieta de las vacas lecheras, cambia el pH en el rumen ocasionando una acidosis similar a una indigestión, que se manifiesta en malestar general y baja producción de leche (Jiménez y Quevedo 2013).

2.3.2. Crecimiento, producción de biomasa y disponibilidad

Los sistemas de producción de leche y carne se basan en la utilización de pasturas enfocados siempre en aumentar la cantidad y calidad de biomasa comestible para los animales, los forrajes deben mostrar la facilidad de producir bajo ciertas condiciones climáticas. La calidad forrajera puede verse afectada de muchas maneras, como la altura de corte ó cosecha; en general la parte bajera del pasto es menos digestible para los animales por lo que disminuye su consumo (Elizondo 2011).

Fisiológicamente el crecimiento del pasto se considera como un aumento proporcional del tamaño, volumen y masa en un período de tiempo determinado; sin embargo, se debe tomar en cuenta la gran variabilidad que se puede presentar en cada uno de estos aspectos debido a factores ambientales y de manejo del cultivo; para ello se han establecido una serie de indicadores de crecimiento de los que se podrían mencionar la Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC), la Tasa de Asimilación Neta (TAN) y el Área Foliar Específica (AFE), que permiten analizar de una mejor manera los resultados y describir cuantitativamente el crecimiento (Dayleni *et al.* 2014, citado por Alfaro 2015).

El agua para los forrajes es fundamental para su desarrollo ya que constituye aproximadamente el 80% de sus tejidos. Cuando hay déficit de agua a nivel de suelo, la planta sufre un estrés afectando su fisiología y morfología, limitando la producción de forraje. Algunos de los aspectos que se afectan en la planta es la turgencia de los tejidos, procesos metabólicos y reacciones bioquímicas lo que conlleva afectar el valor nutritivo; esto va a depender de la sensibilidad estomatosa que presente cada forraje ya que afecta la tasa de fotosíntesis y respiración, la elongación foliar, la senescencia foliar y la producción de raíces (Atencio *et al.* 2014).

Los forrajes poseen características fisiológicas y morfológicas propias que van ayudar al desarrollo de este en diferentes condiciones ambientales adaptándose donde más les favorezca, la temperatura es determinante porque de ella depende los procesos bioquímicos y fisiológicos básicos relacionados con la

síntesis, transporte y degradación de sustancias dentro de la planta, cuando el rango de temperatura no es el óptimo la planta utiliza mecanismos estructurales para reducir el estrés interno modificando su pared celular que va a influir en la digestibilidad del forraje. La intensidad y calidad de luz también es un limitante de los forrajes porque afecta los procesos de síntesis y acumulación de carbohidratos solubles en las plantas (Ramírez y Mantilla 2015).

La disponibilidad forrajera se refiere a la cantidad de pasto, en estado fresco o en materia seca. La cantidad disponible varía según el tipo de pastura y época del año, además de la accesibilidad a esa materia seca o verde está relacionada con la estructura de la vegetación y su aceptabilidad por parte del animal, que depende de las características organolépticas que inducen su consumo (Chacón 2013).

La disponibilidad y biomasa del forraje se puede ver muy afectada por situaciones agroecológicas como suelo, clima y sistemas de manejo (fertilidad), estas variables modifican el manejo de una finca con respecto a carga animal y por ende la rentabilidad del sistema de producción se va a ver afectado. Las pasturas de alta calidad y buen consumo logran buenas producciones de leche por animal. Produciendo forrajes con valores nutritivos altos y alta disponibilidad se logra aumentar la carga animal y disminuir la cantidad de alimento balanceado. La disponibilidad de forraje se puede medir en una finca mediante un corte manual a una altura específica; a partir de este dato se puede estimar una carga animal para un nivel de consumo dado asumiendo un cierto grado de aprovechamiento de la pastura (Sánchez y Martínez 2008).

2.3.3. Intervalos de corte del forraje

La calidad nutricional de un forraje para alimentación de ganado depende de varios factores como lo es la cantidad de materia seca consumida, su valor nutritivo y la digestibilidad del alimento; estas variables mencionadas pueden variar según su fenología y las condiciones ambientales que se presenten. Las plantas jóvenes tienden a presentar valores altos de proteína y buena

digestibilidad, en cambio las plantas adultas, al tener mayor lignina por su edad, tiende, a disminuir su calidad (Lounglawan *et al.* 2014).

Según el estudio realizado por Lounglawan *et al.* (2014), al evaluar el efecto del intervalo de corte (30 días, 45 días y 60 días) sobre la composición de nutrientes en forrajes (*Pennisetum purpureum x Pennisetum americanum*), encontró que, al aumentar el intervalo de corte, es decir, la edad de madurez de corte, aumentó el contenido de materia seca, la fibra ácido detergente y fibra neutro detergente; sin embargo, la proteína cruda disminuyó conforme se aumentó el intervalo de corte.

Los resultados encontrados por Lugo *et al.* (2012), respecto a la frecuencia de corte del forraje *Tithonia diversifolia*, señalan que la frecuencia de corte afectó la producción de materia seca y proteína cruda; a 85 días de frecuencia de corte se obtuvo el mayor rendimiento de materia seca, no obstante, el nivel de proteína cruda fue el menor. Los mayores contenidos de proteína cruda se obtuvieron a 30 días de rebrote.

El aumento de la edad de rebrote (50 días a 90 días) en pasto kikuyo, en un estudio que se hizo para alimentar corderos, no afectó la digestibilidad del pasto, pero redujo los valores nutricionales y aumentó la fibra ácido detergente y neutro detergente, afectó la ingesta de alimento del animal provocando llenado y disminuyendo consumo (Ruggia *et al.* 2007).

2.4. Generalidades del kikuyo

El pasto kikuyo ha sido clasificado como: *Kikuyuochloa clandestina* (Hochst. ex Chiov) H. Scholz; *Pennisetum clandestinum* (Hochst, ex Chiov.); *Cenchrus clandestinus* (Hochst, ex Chiov.) Morrone.

En Costa Rica existen muchas especies forrajeras, todas se adaptan a condiciones climáticas diferentes, por lo que se debe conocer las condiciones propias de la finca para saber cuál especie forrajera se puede establecer y se exprese sin problemas (Jiménez 2008).

El pasto kikuyo es una gramínea de buena producción y valor nutritivo significando una buena opción para producir en el trópico en general, específicamente en Costa Rica es ideal su fomento y producción en las regiones destinadas al manejo y producción de ganado bovino para diversos propósitos. Es una planta C₄ por lo que es una planta muy eficiente en su proceso fotosintético y rápido crecimiento, se favorece en alturas entre 1300 m.s.n.m y 2700 m.s.n.m, requiere de humedad durante todo el año para lograr un crecimiento continuo, la producción oscila entre 20 toneladas y 30 toneladas de materia seca por hectárea por año (Sánchez y Martínez 2008).

El kikuyo es de origen africano y se encuentra diseminado por toda la zona andina entre los 2000 m.s.n.m. a 2800 m.s.n.m. y ha sido la principal planta forrajera en nuestro sistema de producción lechera en el último siglo. Por muchos años, esta agresiva especie estuvo libre de plagas y enfermedades que pusieran en riesgo su sobrevivencia, la aparición del chinche de los pastos (*Colaria spp*) ha cambiado esta perspectiva y las praderas donde no se usan insecticidas para protegerla sufren daños importantes. Su potencial para producción de leche se podría decir que está entre 8 l/día a 12 l/día. Es importante entender que este valor es variable y que depende sensiblemente de las condiciones de manejo, edáficas y ambientales (Carulla *et al.* sf).

El kikuyo es un forraje muy succulento que puede tener producciones anuales de materia seca de 20 toneladas a 25 toneladas por ha/año en rotaciones de 30 días a 40 días y teniendo aproximadamente 4,5 hojas de crecimiento (Sánchez 2007).

En los siguientes cuadros se presenta en dos estudios de caso la composición química del pasto kikuyo. En el Cuadro 3 se muestra el valor nutritivo del pasto con valores que podemos encontrar en el trópico, los datos son específicos de un estudio de caso desarrollado en Colombia.

Cuadro 3. Composición química del pasto kikuyo en muestras recolectadas en Antioquia Colombia.

Componente	Promedio (%)
Proteína cruda	20,5
Extracto Etéreo	3,6
Cenizas	10,6
Fibra detergente neutro	58
Fibra acido detergente	30

Fuente: Correa *et al* 2008

El Cuadro 4 complementa con datos del valor nutricional de este pasto con edad entre 57 y 70 días.

Cuadro 4. Análisis nutricional del pasto kikuyo con edad entre los 57 días y 70 días.

Componente (%)	Valor promedio (%)
Materia seca	21
Proteína cruda	16
Fibra acida detergente	30,5
Fibra neutro detergente	59,3

Fuente: Modificado Ortega (2008).

Los valores de digestibilidad que se han-encontrado en el laboratorio para el kikuyo oscilan entre 50% y 72%. Estas variaciones indican que el valor nutricional varía sensiblemente debido a prácticas de manejo y a condiciones ambientales que modifican sensiblemente las concentraciones de FDN en el forraje (Carulla *et al. sf*).

En general, las muestras que llegan de zonas con menores alturas sobre el nivel del mar presentan mayores concentraciones de FDN que kikuyos de edades similares provenientes de zonas con alturas mayores. Se ha demostrado que la temperatura ambiental juega un papel determinante en las tasas de acumulación de lignina y pared celular. En términos prácticos esto implica que en la medida que las temperaturas ambientales promedio son mayores, el forraje madura más rápidamente y se debería rotar más rápidamente para evitar la sobre maduración

del mismo. También y más valioso es que no se pueden dar recomendaciones sobre los periodos de descanso para esta especie o cualquier otra si no se consideran las condiciones medioambientales de la explotación (Carulla *et al.* sf).

Ligado a lo mencionado, Cuenca (2011) cita que la temperatura óptima para el crecimiento del kikuyo oscila entre 16 °C–21 °C, lo cual es más bajo que para otros pastos tropicales. Los procesos metabólicos en el kikuyo son muy sensibles a temperaturas bajas. A temperaturas debajo de 10 °C, su fotosíntesis es severamente afectada en comparación con otros pastos tropicales. Heladas moderadas mata las partes superiores de la planta en crecimiento, pero los estolones y rizomas permanecerán no afectados.

Las concentraciones de proteína en el kikuyo varían sensiblemente dependiendo del manejo. Se han reportado valores tan bajos como 12% de CP hasta valores de 28%. Dos elementos son fundamentales en determinar los niveles de proteína: a) la fertilización nitrogenada y b) la madurez del forraje. La fertilización nitrogenada aumenta de manera clara las concentraciones de proteína en el kikuyo (Rodríguez, 1999, citado por Carulla *et al.* sf).

Una de las características nutricionales más preciadas de este pasto, es su bajo contenido de FND. Comparativamente, otros forrajes disponibles, en forma de henos y ensilajes de cereales y pastos, presentan contenidos porcentuales del 60 o más de FND. La FND es el “componente nutricional” que más limita el consumo en la vaca lechera y por tanto es el factor que determina el máximo consumo de materia seca. La FND en general se digiere lentamente en el rumen y debe ser reducida en tamaño antes que pueda pasar el rumen al resto del tracto digestivo. Hasta que esto no ocurra o sea digerida allí, la FND actúa como una limitación al consumo. Como referencia, se cita el caso de la alfalfa, que posee un contenido de FND relativamente bajo y con una tasa de pasaje relativamente rápida en el rumen; así, el pasaje de alfalfa es mucho más rápido que la FND de la mayoría de los henos de gramíneas y ensilajes y, por lo tanto, promueven un mayor consumo del alimento (Dos Pinos 2013).

2.5. Asociación del kikuyo con otras pasturas

El Kikuyo y los otros pastos generalmente se encuentran asociados con otras gramíneas, leguminosas y malezas, dependiendo de la especie que se quiere establecer, así serán las prácticas agronómicas a realizar y por supuesto, también interviene la condición ecológica de la especie.

Las leguminosas tienen mucha importancia en pasturas asociadas, el empleo de pasturas de gramíneas asociadas con leguminosas es una alternativa práctica para disminuir los costos por fertilizantes aplicados, e incrementar la calidad de la dieta. Se obtienen mayores rendimientos de forraje de mayor calidad que en las pasturas puras, también se puede disminuir o suprimir la fertilización nitrogenada, aprovechando el nitrógeno atmosférico fijado por la leguminosa, las asociaciones son también importantes porque presentan mayor resistencia a la sequía, a la incidencia de plagas y enfermedades y heladas en el caso del kikuyo (Guaña 2014).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del estudio

El estudio se realizó en finca La Bretañita, situada en el distrito Quesada, específicamente en el poblado de Sucre del cantón de San Carlos, cuya posición geográfica en coordenadas es: $X = 456027.29$ y $Y = 1135569.78$. La finca se encuentra a una altura media de 1340 m.s.n.m. La precipitación anual es de 3038 mm y la temperatura promedio es de 18,18 °C (Zúñiga 2011).

La finca es propiedad del señor Víctor Julio Vargas Cordero, tiene acceso por camino vecinal con recorrido de 4 km al sur de la escuela de Sucre. El 100% de la superficie de la finca se dedica a la producción de leche, cuya comercialización se hace a través de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L.

La estación meteorológica privada ubicada en San Vicente, propiedad de José Antonio Varela brindó los datos de la precipitación, dicha estación se ubica aproximadamente a 3 km en línea recta del área experimental. El trabajo de campo tuvo lugar entre la época de salida del invierno y entrada del verano.

En la Figura 1 se muestra la precipitación acumulada mensual (mm) durante cada mes del periodo de estudio (diciembre de 2017 a marzo de 2018). Al respecto, las precipitaciones en diciembre fueron de 520 mm mensuales, en enero fueron de 1086 mm mensuales, esta fue la época más lluviosa (húmeda) durante el periodo de investigación. La época seca fue en febrero, marzo y abril con 164, 23 y 41 mm mensuales, respectivamente (Figura 1).

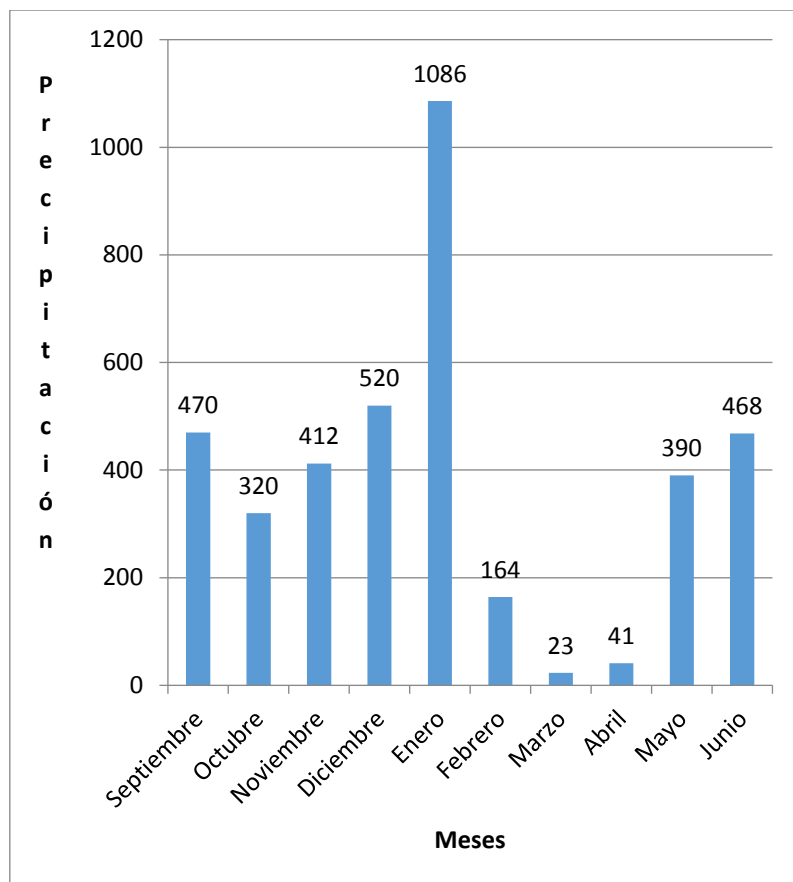


Figura 1. Precipitación acumulada mensual (mm) desde septiembre 2017 a junio 2018 en la finca La Bretañita en Sucre, San Carlos, Costa Rica.

El análisis químico del suelo del área de estudio fue hecho en el Laboratorio de Análisis Agronómicos del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) (Cuadro 5). Los niveles críticos fueron tomados de la guía de interpretación de análisis de suelos del MAG (Kass 2007). Los elementos críticos que se toman en cuenta son el pH y saturación de acidez porque de ellos depende la disponibilidad de los nutrientes en el suelo y la absorción por parte de las plantas, el pH está ligeramente ácido lo cual afecta la disponibilidad de los nutrientes, los elementos en general están bien y se concluye que el suelo presentaba una fertilidad media. Respecto a la relación entre cationes o bases se encontró equilibrio en todas obteniendo para Ca/Mg (2,8), Mg/K (6,8), (Ca+Mg)/K (25,8), Ca/K (19).

Cuadro 5. Resultados del análisis químico del suelo del área experimental en la finca La Bretañita en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.

	pH	Cmol(+)/L				P	mg/L				%
		K	Ca	Mg	Acidez		Fe	Cu	Zn	Mn	
Niveles críticos	5.5-6.5	0.2-1.5	4-20	1-10	0.5-1.5	10-40	10-50	1-620	3-15	5-50	10-50
Concentración encontrada	5,5	0,31	5,9	2,1	0,2	18	44	10	8	6	2,4

Niveles críticos tomados de Kass (2007).

Fuente: Cuadro extraído del estudio de Castro (2017) realizado en la misma finca y área de estudio.

También se determinó el valor nutritivo del forraje de la finca La Bretañita mediante un análisis bromatológico (Cuadro 6). Estos resultados corresponden a un forraje cosechado 60 días de rebrote y a una altura de corte de 10 cm sobre el nivel del suelo. En general, este fue un forraje succulento, con bajo contenido de materia seca, contenido medio de proteína cruda y altos contenidos de fibra, bastante característico de la condición de los pastos de la zona de estudio.

Cuadro 6. Análisis bromatológico del componente forrajero en la finca La Bretañita en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2015.

Componente	(%)
Materia Seca	19,00
Proteína	14,00
Fibra Ácido Detergente	37,60
Fibra Neutra Detergente	64,30
Extracto Etéreo	2,30
Cenizas	11,00
Lignina	3,30

3.2. Periodo de estudio

El estudio se realizó del 24 diciembre del año 2017 al 24 de marzo del año 2018. Importante destacar que en este periodo predominaron lluvias en diciembre

y enero, coincidentes con muestreos de forraje ejecutados, mientras que en los meses de febrero y marzo predominó la época seca coincidente también con muestreos de forraje. Adelante en el apartado 3.7. y Cuadro 9, se describe en detalle aspectos de fechas y actividades durante el periodo del estudio.

3.3. Material experimental

Se utilizó una pastura a base de kikuyo con diez años de establecida. Esta pastura estuvo conformada por pasto kikuyo (88% a 92%) y pasto estrella africana (*C. nlemfluensis Vanderyst*) 8% a 12%, y prácticamente ausencia de arvenses.

La pastura se manejó bajo el sistema convencional de la finca con fertilización de diferentes productos. Normalmente en invierno se fertiliza con granular y en verano con foliar, en invierno se utilizan formulas como urea 46%, pasto raiz 10-25-10-3,3-2,9-0,02, magnesamon 27-0-0-4-6, nutripasto plus 22-9-5-4, básicamente son las formulas utilizadas para hacer una aplicación aproximada de 190-90-60-35-40-30 kg ha⁻¹año⁻¹ de N, P, K, Mg, Ca y S respectivamente. La fertilización foliar se fundamenta en paquetes balanceados con elementos mayores y menores trabajando con una dosis de tres a cuatro litros por hectárea, y una vez al año, a la entrada del invierno, se aplica una enmienda con dolomita 50-40 Ca y Mg respectivamente, 200 kg/ha.

El área de pastura objeto de estudio (Figura 2), aunque apta para pastoreo, fue utilizada bajo la modalidad de “corte y acarreo”.



Figura 2. Pastura a base de pasto kikuyo, después del corte de uniformación, utilizada en el estudio del efecto de intervalos de corte en Finca La Bretañita, Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.

3.4. Descripción de tratamientos

Se evaluaron cuatro intervalos de corta de la pastura (edades de rebrote o frecuencias de corte). Los intervalos fueron de 30 días, 40 días, 50 días y 60 días, por lo tanto, los tratamientos fueron:

- Tratamiento uno, T_1 = corte cada 30 días
- Tratamiento dos, T_2 = corte cada 40 días
- Tratamiento tres, T_3 = corte cada 50 días
- Tratamiento cuatro, T_4 = corte cada 60 días

3.5. Unidad y área experimental

Se utilizó un área de 504 m² (42 metros de largo x 12 m de ancho), dividida en cinco bloques cada uno de 96 m², (12 m x 8 m). En cada bloque se ubicaron aleatoriamente los cuatro tratamientos en parcelas de 24 m² cada una (8 m x 3 m). Cada parcela se consideró como la unidad experimental.

Por condiciones de finca, los bloques 1, 2 y 3 estuvieron separados del bloque 4 y del bloque 5 por un pasadizo o acera de 2 m de ancho, utilizado para el paso de animales. (Figura 3).



Figura 3. Diseño del área experimental en la investigación sobre el efecto del intervalo de corte en una pastura a base de pasto kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.

Las fuentes de variación y grados de libertad correspondientes al diseño experimental de bloques completos al azar, son descritos en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Fuentes de variación y grados de libertad en la investigación sobre el efecto del intervalo de corte en una pastura a base de pasto kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	3
Bloques	4
Error	12
Total	19

3.6. Variables de respuesta

Se definieron las siguientes variables de respuesta que se presentaron en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Variables de respuesta en la investigación sobre el efecto del intervalo de corte en una pastura a base de pasto kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.

Variable	Método	Equipo	Laboratorio	Unidad de medición
Materia parcialmente seca (MS)	Corte de la pastura a 6 cm del suelo, pesada en fresco; secado por 48 hr en un horno de aire forzado a 55 °C.	Horno	Lab del TEC	Porcentaje
Proteína cruda (PC)	Se utilizó el método de combustión, con base en el método de Dumas.	Analizador marca: Elementar Modelo: Rapid N Cube	Dos Pinos	Porcentaje
Fibra neutro detergente (FDN)	Método Analizador ANKOM.	ANKOM A200	Dos Pinos	Porcentaje
Fibra ácido detergente (FAD)	Método Analizador ANKOM.	ANKOM A200	Dos Pinos	Porcentaje
Cenizas	Espectroscopía Infrarroja Cercana (NIR)	FOSS (FOOS Analytical 2005) modelo InfraXact	Dos Pinos	Porcentaje
Lignina	Espectroscopía Infrarroja Cercana (NIR)	FOSS (FOOS Analytical) modelo InfraXact	Dos Pinos	Porcentaje
Extracto etéreo	Espectroscopía Infrarroja Cercana (NIR)	FOSS (FOOS Analytical) modelo InfraXact	Dos Pinos	Porcentaje

3.7. Toma de muestras y obtención de la información

El procedimiento de muestreo fue el siguiente:

- ✓ Se tomaron tres muestras por repetición
- ✓ Las muestras se tomaron en tres puntos al azar dentro de cada parcela, se utilizó un marco de 0,25 m².
- ✓ Todo el material recolectado de los tres puntos constituyó la muestra por parcela, a partir de la cual se estimó la producción de biomasa forrajera/ha.
- ✓ La cosecha se hizo con cuchillo a una altura de 6 cm del suelo (Figura 4).

- ✓ Las muestras se transportaron al Laboratorio de Análisis Agronómicos del Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- ✓ Después del muestreo se homogenizó la pastura de cada parcela muestreada, utilizando una segadora (Figura 5).

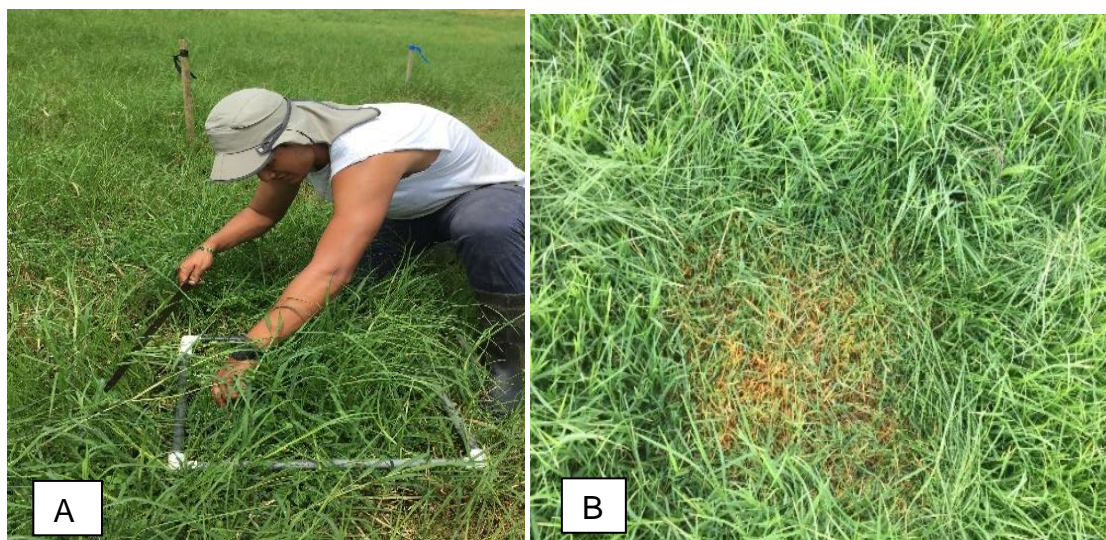


Figura 4. (A) Marco de muestreo de 0,25 m² durante la recolección de muestra. (B) Área de cosecha después del muestreo. Investigación sobre efecto de la frecuencia de corte en una pastura a base de kikuyo, Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.

En el Cuadro 9 se presenta el plan de cortes implementado y las fechas seleccionadas para la realización de los análisis de las muestras llevadas al laboratorio.

Cuadro 9. Cortes de la pastura a base de pasto kikuyo y fechas para el análisis de la muestra en la investigación del efecto del intervalo de corte, Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.

Tratamiento	Intervalo de corte o días de rebrote	Total de cortes realizados	Total de cortes y/o muestras analizadas para valor nutritivo	Fecha del primer análisis de las muestras	Fecha del segundo análisis de las muestras
T ₁	30	4	2	23-01-18	24-03-18
T ₂	40	3	2	12-02-18	24-03-18
T ₃	50	2	2	13-01-18	4-03-18
T ₄	60	2	2	23-01-18	24-03-18

Para cada tratamiento se seleccionaron dos fechas de corte a lo largo del periodo experimental para el análisis de laboratorio, de manera que en dichas fechas se agruparan los mas posible los diferentes tratamientos. Las muestras correspondientes fueron enviadas al Laboratorio de Análisis de Forrajes de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos, ubicado en el Coyol de Alajuela, Costa Rica.



Figura 5. Corte de uniformación de la pastura a base de kikuyo después de tomadas las muestras en la investigación del efecto del intervalo de corte, Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.

La producción de biomasa forrajera para cada tratamiento fue reportada en: $\text{kg MS ha}^{-1}\text{corte}^{-1}$, $\text{kg MS ha}^{-1}\text{día}^{-1}$ y $\text{kg MS ha}^{-1}\text{año}^{-1}$.

La producción de MS se hizo con base en el contenido de materia parcialmente seca ($55\text{ }^{\circ}\text{C}$). Las variables de valor nutritivo fueron reportadas en base seca ($105\text{ }^{\circ}\text{C}$). Los análisis de FND, FAD, PC, Lignina, Extracto Etereo y cenizas se hicieron en una muestra compuesta para cada repetición.

Para determinar la composición botánica de la pastura, se ejecutaron observaciones y calificación visual en cada parcela al inicio y al final del estudio. La evaluación visual trato de determinar la proporción por peso que representaban los principales componentes de la pastura (ejemplo: pasto kikuyo, otras gramíneas, y vegetación de hoja ancha).

3.8. Diseño y arreglo experimental

Los datos fueron analizados según el diseño de Bloques Completos al Azar.

El **modelo estadístico** fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : variable de respuesta del i-ésimo tratamiento y j-ésimo bloque

μ : media general

T_i : efecto del i-ésimo tratamiento

B_j : efecto del i-ésimo bloque

ε_{ij} : efecto del error experimental

3.9. Análisis de datos

Para cada variable evaluada se comprobaron los supuestos de normalidad y homocedasticidad, mediante la Prueba de Shapiro-Wilks y la Prueba F de igualdad de varianzas, respectivamente.

La información de producción de MS y variables de valor nutritivo se analizaron utilizando el paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Se utilizó el procedimiento para modelos mixtos (PROC MIXED), con la opción LSMEANS/PDIFF para generar y comparar las medias de los tratamientos. Para todas las pruebas se utilizó un nivel de confianza del 95%.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Producción de forraje

4.1.1. Contenido de materia seca (%MS)

El contenido de MS fue afectado ($P=0.0076$) por la frecuencia de corte (Cuadro A1).

El mayor contenido de MS se obtuvo en el intervalo de corte de 30 días (T1), siendo este valor más alto ($P<0,05$) que el obtenido en los otros tratamientos (17,50%, 16,90% y 17,10% para T2, T3 y T4, respectivamente) (Cuadro 10 y Cuadro A2).

Cuadro 10. Efecto del intervalo de corte sobre el contenido de materia seca (MS 55 °C) en una pastura a base de kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.

Tratamiento	Intervalo de corte (Días).	% MS	(*)	S. E
1	30	18,90	a	
2	40	17,50	b	
3	50	16,90	b	0,49
4	60	17,10	b	

(*) Valores con igual letra no difieren estadísticamente ($P>0.05$).

El porcentaje de materia seca obtenido considerando los diferentes intervalos de corte estudiados, presentó un comportamiento considerado atípico; Sánchez (2007) y Sorio (2012) sugieren que, al realizar cortes en tejidos más jóvenes, nuevos y suculentos, se obtiene por lo general forraje con menor contenido de materia seca. Los resultados obtenidos indicaron un comportamiento inverso, es decir, que a menor número de días de rebrote hubo mayor contenido de materia seca.

Aunque los valores de los diferentes tratamientos son cercanos, el mayor contenido de MS a 30 días podría ser atribuido a un error de muestreo, al tener menor biomasa cosechable a la menor edad de rebrote (30 días), pudo ocurrir una tendencia involuntaria a realizar un corte a menor altura, contribuyendo esto a

cosechar material con mayor proporción del tejido senescente y probablemente más fibroso, aumentando su contenido de MS.

En 21 fincas ubicadas en la zona montañosa central reportan porcentajes de materia seca en época seca de 18,9% y época lluviosa 14,2% en pastoreo entre 31 y 37 días de rotación (Sánchez y Martínez 2008). El corte a un intervalo de 30 días fue conducido a un error de muestreo donde la muestra pudo ser alterada con tejidos lignificados. Al respecto, Pedreira *et al.* (2015) mencionan que el porcentaje de materia seca va ligado a la altura de corte que se coseche, porque si se cosecha a mayor altura ocurre una recuperación más rápida del pasto debido a que mucha energía de reserva queda almacenada en los tallos para generar nuevos rebrotes y también quedan partes de hoja que pueden seguir su proceso fotosintético logrando generar energía para la planta, para seguir con su crecimiento, dicho rebrote en material más succulento.

Otro estudio sobre forrajes de uso frecuente en Costa Rica reporta un rango entre 14% y 19% de MS (Sánchez 2007).

Los resultados obtenidos en esta investigación se consideran que están dentro del rango reportado por otros investigadores, quienes también han indicado que el kikuyo presenta buenos contenidos de MS, en relación con otros pastos y de ahí que se le califique como un pasto de alto valor nutritivo.

4.1.2. Producción de materia seca

La tasa de crecimiento, expresada como kg MS ha⁻¹ día⁻¹ presentó efecto de tratamientos ($P=0.0332$; Cuadro A3).

Con excepción del tratamiento 50 días de intervalo entre cortes, las tasas de crecimiento fueron mayores conforme se pasó de 30 días a 60 días de intervalo (Cuadro A4). La mayor tasa de crecimiento se obtuvo con 60 días de intervalo entre cortes (67,0 kg MS ha⁻¹ día⁻¹; Cuadro 11), aunque estadísticamente no fue diferente a la tasa obtenida a 40 días de intervalo (63,9 kg MS ha⁻¹ día⁻¹).

Cuadro 11. Efecto del intervalo de corta sobre la producción (kg MS/ha/día) en una pastura a base de kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.

Tratamiento	Intervalo de corte (Días).	kg MS ha ⁻¹ día ⁻¹	(*)	S.E
1	30	54,24	b	4,99
2	40	63,90	a	
3	50	52,64	b	
4	60	67,08	a	

(*) Valores con igual letra no difieren estadísticamente ($P>0.05$).

La tasa de crecimiento obtenida en el tratamiento con 50 días de intervalo entre cortes podría deberse o atribuirse a un posible error en la toma de la muestra o en el proceso posterior, de tal manera que un valor o procedimiento alterado repercute fuertemente en los valores finales de kg MS ha⁻¹ día⁻¹.

Guaña (2014), reporta que el kikuyo con corte a 20 cm y sin fertilización produce 25,50 kg de MS/ha/día y con fertilización (aplicando 60,00 kg/ha/corte de fertilizante) produce el equivalente a 107,10 kg de MS/ha/día entre 30 días y 40 días de intervalo entre corte) al comparar dichos datos con la producción en la presente investigación, se aprecia que, sin fertilización, los valores estuvieron por debajo y con fertilización los valores estuvieron por arriba de las cifras de este estudio. Quizás la diferencia se debió, entre otros aspectos, a que en dicho estudio de caso se aplicó nitrógeno a razón de 600 kg/ha/año, mientras que en la pastura a base de kikuyo se aplicó 200 kg/ha/año. Guaña (2014) señala que el efecto de la aplicación de N tiene influencia en el incremento del peso de los estolones del kikuyo por metro cuadrado, es decir, existe una relación positiva entre el nivel de N aplicado y el peso de los estolones por unidad de área.

La producción de MS expresada como kg MS ha⁻¹ corte⁻¹, presentó efecto de tratamiento ($p<.0001$; Cuadro A5). El mejor rendimiento por corte se obtuvo con el intervalo de 60 días y el menor con el intervalo de 30 días (Cuadro A6 y Cuadro 12). En general, a mayor intervalo entre cortes, mayor producción por corte. Es importante señalar, según los datos presentados anteriormente, que, a 60 días de intervalo entre corte, la producción no solo fue mayor en cada corte, sino que además la tasa de crecimiento también fue mayor.

Cuadro 12. Efecto del intervalo de corte sobre la producción (kg MS/ha/corte) por hectárea durante cada corte en una pastura a base de kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.

Tratamiento	Intervalo de corte	kg MS ha ⁻¹ corte ⁻¹	(*)	S.E
1	30	1721,80	a	234,81
2	40	2673,40	b	
3	50	2731,00	b	
4	60	4024,60	c	

(*) Valores con igual letra no difieren estadísticamente ($P>0.05$).

Silva *et al.* (2010), encontraron en pradera de kikuyo sobre suelos andisoles e intervalos de corta entre 45 días y 60 días una producción sin fertilizante de 2040 kg MS/ha, y en pastura de kikuyo con fertilización a base de nitrógeno y Azufre la producción fue de 4010 kg MS/ha, con diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Guaña (2014) reporta que en kikuyo con corte a 20 cm y sin fertilización la producción fue de 2431,40 MS kg/ha/corte y en kikuyo con corte a 20 cm y con fertilización (aplicando 60,00 kg/ha/corte de fertilizante) fue de 5168,40 MS kg/ha/corte.

Los resultados de la presente investigación y los datos de los otros casos, revelan la potencialidad del pasto kikuyo, donde tratamientos correspondientes a mayores intervalos de corte y fertilización (a excepción de algunos casos) dan efectos positivos en aumento de producción de forraje.

El rendimiento de biomasa forrajera de kikuyo, expresado como kg MS ha⁻¹ año⁻¹, al igual que los parámetros anteriores, presentó efecto de tratamiento ($P=0.0332$; Cuadro A7). Las producciones obtenidas en este trabajo incrementaron desde 19,8 hasta 24,5 t MS ha⁻¹ año⁻¹, según la frecuencia de corte aumentó de 30 a 60 días (a excepción del intervalo de 50 días de corte). No obstante, la tendencia general anterior, el rendimiento obtenido con 50 días de intervalo entre cortes fue estadísticamente igual al obtenido a 30 días y el rendimiento obtenido con 40 días de intervalo fue estadísticamente igual al obtenido a 60 días (Cuadro A8 y Cuadro 13).

Cuadro 13. Efecto del intervalo de corta sobre la producción (t MS/ha/año) en una pastura a base de kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.

Tratamiento	Intervalo de corte (Días).	t MS ha ⁻¹ año ⁻¹	(*)	S.E
1	30	19,79	b	1,82
2	40	23,33	a	
3	50	19,20	b	
4	60	24,48	a	

(*) Valores con igual letra no difieren estadísticamente ($P>0.05$).

Arce *et al.* (2013), reportó valores de 40,00 t ha⁻¹ año⁻¹ en pasto estrella con una rotación de 28 días, y 39,00 t ha⁻¹ año⁻¹ de kikuyo en una rotación de 31 días, rendimientos bastantes superiores a los encontrados en la presente investigación.

Por su parte Sánchez (2007), en un estudio sobre la producción de materia seca de algunos forrajes de uso común en el trópico, reporta que el kikuyo ofrece de 20 t/ha/año a 25 t/ha/año con edades de cosecha de 30 a 40 días, valores similares a los obtenidos en el presente trabajo.

Recopilando los datos de los estudios de caso recién citados, se tiene que se puede al menos encontrar 19,00 t ha⁻¹ año⁻¹ de kikuyo y hasta 39,00 t ha⁻¹ año⁻¹.

4.2. Valor nutritivo

4.2.1. Contenido de Proteína cruda (PC %)

Este parámetro no fue afectado por tratamientos ($P>0.05$; Cuadros A9); sin embargo, la prueba de medias reveló la existencia de diferencias significativas entre algunos valores (Cuadro A10; Cuadro 14), aunque no se puede percibir una tendencia definida del contenido de PC con respecto a la edad de cosecha o intervalo de corte.

Cuadro 14. Efecto del intervalo de corta sobre el contenido de proteína cruda (PC%) en una pastura a base de kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.

Tratamiento	Intervalo de corte	Variable PC, %	(*)	S.E
1	30	22,41	A	1,16
2	40	20,96	Ab	
3	50	22,83	A	
4	60	20,00	B	

(*) Valores con igual letra no difieren estadísticamente ($P>0.05$).

Sossa y Barahona (2015) reportan al pasto kikuyo como un forraje de muy alto valor nutritivo por sus altos contenidos de PC, generalmente alrededor del 20%. Dichos valores son similares a los encontrados en el presente estudio.

El contenido de proteína cruda en un forraje también depende mucho del manejo que se le brinde a la pastura, con buenas fertilizaciones se puede alcanzar 24,00% de PC (Kimitei 2016). En general, es esperable que el contenido de PC disminuya conforme aumenta la edad del pasto. Así, Castañeda *et al.* (2008) reportó resultados de 20,00% de PC con un intervalo de corte de 60 días con una fertilización nitrogenada de 50 kg/N/ha/corte, mientras que Morales *et al.* (2013) encontró 24,00% y 25,00 % PC en cortes a intervalo de 30 días (ambos trabajos fueron con Kikuyo).

El nitrógeno es un elemento que estimula la producción de biomasa, por ende, se logra un alto rendimiento del forraje y buenos valores proteicos, garantizando una adecuada nutrición al animal que llena todos sus requerimientos logrando la mejor producción de leche o carne en una explotación ganadera (Castañeda *et al.* 2008).

Sánchez e Hidalgo (2016), realizaron estudios sobre el pasto kikuyo a una altura de 2500 m.s.n.m y encontraron contenidos de PC de 21,20% en época lluviosa, mientras que en época seca los valores obtenidos fueron de 17,00% PC. Estos mismos autores también evaluaron Kikuyo a una altura de 1780 m.s.n.m y encontraron valores en época lluviosa de 19,20% PC, mientras que para la época seca los valores fueron de 17,00% PC.

En otro estudio en fincas de ganado bovino en el trópico, Sánchez (2007), encontró un rango de PC del pasto kikuyo entre el 21% y 23% para época seca y lluviosa, respectivamente. Por su parte Correa (2006) reporta para 40 días de rotación sin fertilización 18,4% PC y con fertilización 20,1% PC y a 60 % PC dias sin fertilizacion 19,6% PC y con fertilización 18% PC, en dicho trabajo la fertilización fue de 50 kg/N/Ha/corte a una altura de 2300 m.s.n.m.

Soto *et al.* (2005), en una investigación para determinar el efecto del nivel de fertilización nitrogenada y la edad de corte sobre la composición química del pasto kikuyo encontró un valor de 18,47% PC sin fertilización y corte a los 30 días, 19,60 % PC sin fertilización y corte a los 60 días, 17,98% PC con fertilización y corte a los 30 días y 20,09 PC% con fertilización y corte a los 60 días. En dicho estudio el autor menciona, que la fertilización nitrogenada, igualmente, afecta la calidad nutricional de las pasturas, sin embargo, este efecto no fue muy marcado en cuanto al % de PC entre los tratamientos, pero si se presentó una disminución en el contenido de cenizas y un incremento en el EE del pasto fertilizado.

Trabajos realizados por la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos (2008), en pasto Kikuyo bajo pastoreo, sugieren que los contenidos de PC de este pasto pueden oscilar entre 22,60% y 23,30% en la época seca y lluviosa, respectivamente. Por otra parte, Mojica *et al* (2015), cita valores de 18,40% PC para esta especie en condiciones de época lluviosa y una rotación de 45 días en pastoreo, mientras que Giraldo *et al*, (2007), menciona que el contenido del PC del pasto Kikuyo puede oscila de 18,70% a 13,30% para edades de rebrote de 29 días y 49 días, respectivamente, evidenciándose el efecto importante que tiene la edad del pasto sobre este parámetro.

En general, se encontró mucha similitud entre los datos obtenidos en la presente investigación y los datos reportados por otros autores. También es evidente según los datos de la literatura consultada que en la época con mayor precipitación se mejora el % de PC en las pasturas de kikuyo.

4.2.2. Fibra neutro detergente (FDN%)

El parámetro FDN no fue afectado por tratamiento ($P>0.05$; Cuadros A11), igualmente la prueba de medias reveló que todos los tratamientos fueron similares. (Cuadros A12, Cuadro 15).

Cuadro 15. Efecto del intervalo de corta sobre el contenido de fibra neutro detergente (FND%) en una pastura a base de kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.

Tratamiento	Intervalo de corte	FND, %	(*)	S.E
1	30	61,08	a	1,82
2	40	62,26	a	
3	50	59,83	a	
4	60	62,04	a	

(*) Valores con igual letra no difieren estadísticamente ($P>0.05$).

Soto *et al.* (2005), con respecto a este parámetro en pasto kikuyo sin fertilización y corte a los 30 días reportan 57,55 FDN%, sin fertilización y corte a los 60 días reportan 57,25 FDN%, con fertilización y corte a los 30 días reportan 54,17 FDN% y con fertilización y corte a los 60 días reportan 57,32 FDN%.

Por su parte Dos Pinos (2008), en un estudio de kikuyo determinó en época seca un contenido de 59,20% de FDN y en la época lluviosa 62,00%. Recopilando resultados (de %FDN en pasto kikuyo) de otros autores, se tiene: Correa (2006) reporta 58,10%, Sánchez (2007) reporta 60,00% a 62,00%, Mojica *et al.* (2015) reportan de 57,00% a 50,00%.

En otro estudio, Dos Pinos (2013) reporta para el pasto rye grass un valor de 44% a 59% de FDN, y para pasto kikuyo un valor de 58% a 62%, en pasto estrella de 68% a 72% y en heno el FDN reportado fue de 48%. Por su parte Giraldo *et al.* (2007) en kikuyo de 29 días de rebrote el contenido reportado fue de 63,00% y en kikuyo de 49 días de rebrote 69,60%. Finalmente, Cuenca (2011), reporta 62,01%, 67,15% y 66,23% de FDN en kikuyo en corte a los 40, 55 y 70 días respectivamente, lo cual sugiere un incremento en este parámetro conforme la edad del pasto es mayor.

En los estudios antes mencionados los valores de % de FND van desde 44% a 69% (en diferente intervalo de corte y nivel de fertilización), y es precisamente en ese rango en donde se ubican los valores de los cuatro intervalos de corte de la presente investigación, ya que los valores de FND determinados fueron en un rango de 59,83% a 62,26%.

4.2.3. Fibra ácido detergente (FAD%)

La FAD presentó efecto de tratamiento ($P=0.0329$, Cuadro A13). El mayor valor se obtuvo con el intervalo de 60 días y el menor con el intervalo de 30 días. En general, a mayor edad, mayor contenido de FAD, con excepción del tratamiento 50 días de intervalo entre cortes (Cuadro A14 y Cuadro 16).

Cuadro 16. Efecto del intervalo de corte sobre el contenido de fibra ácido detergente (FAD%) en una pastura a base de kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.

Tratamiento	Intervalo de corte	FAD, %	(*)	S.E
1	30	29,71	a	0,61
2	40	30,12	a	
3	50	29,96	a	
4	60	31,47	b	

(*) Valores con igual letra no difieren estadísticamente ($P>0.05$).

Respecto al % de FAD en estudios con pasto kikuyo, Dos Pinos (2008) reporta en época seca 27,90% de FAD, y en época lluviosa 28,30%; Mojica *et al.* (2015) reportan FAD de 25,70%. En estos estudios el contenido de la FAD fue inferior al observado en la pastura a base de pasto Kikuyo en la presente investigación. Sin embargo, otros estudios reportan contenidos superiores, como el reportado por Correa (2006) con un valor de 30,30%. Por su parte Soto *et al.* (2005) reportan en Kikuyo sin fertilización y corte a los 30 días un contenido de FAD de 31,07%, sin fertilización y corte a los 60 días reporta 29,25%, con fertilización y corte a los 30 días reporta 30,50% y con fertilización y corte a los 60 días reporta 30,82%. Por otro lado, Giraldo *et al.* (2007) encontraron en Kikuyo de 29 días de rebrote 29,70% de FAD y en el mismo pasto de 49 días de rebrote el contenido de FAD fue de 31,00%.

Se consideró, por lo tanto, que la pastura estudiada a base de Kikuyo presentó valores similares de FAD, en relación con estudios previos.

La FAD se considera fundamentalmente una fracción compuesta por lignocelulosa y sílice Roche *et al.* (2009); Sorio (2012), citados por Alfaro (2017).

4.2.4. Extracto etéreo (E.E. %)

Este parámetro no fue afectado por tratamiento ($P>0.05$; Cuadros A15), con medias de tratamientos muy similares entre si (Cuadro A16; Cuadro 17).

Cuadro 17. Efecto del intervalo de corte sobre el contenido de extracto etéreo (E.E.%) en una pastura a base de kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.

Tratamiento	Intervalo de corte	E.E. %	(*)	S.E
1	30	2,65	a	
2	40	2,62	a	
3	50	2,57	a	0,09
4	60	2,52	a	

Donde: (*) Valores con igual letra no difieren estadísticamente ($P>0.05$).

Mojica *et al.* (2015) reportan en pasto kikuyo un valor de 2,30 E.E.%, mientras que Soto *et al.* (2005) encontraron valores de EE más altos, entre ellos, en pasto Kikuyo sin fertilización y corte a los 30 días reportan 3,86%, sin fertilización y corte a los 60 días reportan 3,96%, con fertilización y corte a los 30 días reportan 4,46% y con fertilización y corte a los 60 días reportan 3,93% y por otro lado, Correa (2006) reporta 3,63% de EE para el mismo pasto.

El comportamiento observado en la pastura a base de kikuyo, respecto a la tendencia a la disminución del contenido de EE conforme aumentó el periodo de intervalo de corte se da porque al aumentar los intervalos de corta disminuye la síntesis de ácidos grasos en las plantas (Roche *et al.* 2009).

4.2.5. Cenizas (%)

El parámetro cenizas no mostro efecto de tratamiento ($P>0.05$, Cuadro A17). Los valores para los diferentes tratamientos oscilarón entre 9,02% y 9,83% sin diferencias ($P>0.05$) entre ellos (Cuadro A18 y Cuadro 18).

Cuadro 18. Efecto del intervalo de corte sobre el contenido de cenizas (%) en una pastura a base de Kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.

Tratamiento	Intervalo de corte	Cenizas, %	(*)	S.E
1	30	9,43	a	0,63
2	40	9,79	a	
3	50	9,02	a	
4	60	9,83	a	

(*) Valores con igual letra no difieren estadísticamente ($P>0.05$).

Comparando los valores obtenidos con otros estudios, se observó similitud con otros trabajos. Soto *et al.* (2005), reportaron en kikuyo sin fertilización y corte a los 30 días un contenido de ceniza de 9,92%, sin fertilización y corte a los 60 días 10,13%, con fertilización y corte a los 30 días 9,28% y con fertilización y corte a los 60 días reporta 8,77%. Por su parte Correa (2006) reportó 10,60% de cenizas en Kikuyo.

Al comparar el contenido de cenizas con otros pastos, específicamente con Tanzania (*Panicum máximum* c.v. Tanzania) este último supera el contenido del kikuyo, esto de acuerdo a un estudio realizado en la misma Región y que reporta 11,60%, 11,70% y 11,40 % respectivamente para edades de rebrote de 25 días, 35 días y 45 días (Alfaro 2017).

El contenido de cenizas encontrado en la pastura a base de kikuyo se mantuvo constante durante el periodo evaluado independientemente del intervalo de corte.

4.2.6. Lignina (%)

Este parametro presentó efecto de tratamientos ($P= 0,0166$) (Cuadro A19). El mayor valor por corte se obtuvo con el intervalo de 60 días y el menor con el intervalo de 30 días (Cuadro A20, Cuadro 19). En general, a mayor intervalo entre cortes, mayor % de lignina, lo cual se considera el comportamiento normal de un pasto al madurar: mayor deposición de fibra y fibra de menor digestibilidad debido a una mayor lignificación.

Cuadro 19. Efecto del intervalo de corte sobre el contenido de lignina (%) en una pastura a base de kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.

Tratamiento	Intervalo de corte	Lig, %	(*)	S.E
1	30	1,81	a	0,24
2	40	1,88	a	
3	50	2,40	b	
4	60	2,47	b	

(*) Valores con igual letra no difieren estadísticamente ($P>0.05$).

Se observó que a menor número de días de rebrote (30 días y 40 días) el porcentaje de lignina fue más reducido y no hay diferencias estadísticas entre ellos, en comparación con las edades de rebrote de 50 días y 60 días que dieron los mayores valores, pero sin diferencias estadísticas entre ellos. La lignina forma estructuras sólidas y es por ello que las pasturas más maduras o de mayor edad presentan estructuras más consolidadas que se reflejan en la dureza de los tallos (Sorio 2012).

Al comparar lo obtenido con otros estudios se tiene similitud con lo determinado por Dos Pinos (2008), ya que en época seca se reportó 2,73% y en época lluviosa 2,52%. No obstante, los valores obtenidos en el presente estudio fueron considerados bajos ya que, al compararlos con lo obtenido por Soto *et al.* (2005) en kikuyo con y sin fertilización en diferentes intervalos de corte éstos fueron más altos, referidos a 5,00% sin fertilización y corte a los 30 días, 7,10% sin fertilización y corte a los 60 días, 6,00% con fertilización y corte a los 30 días, 7,40% con fertilización y corte a los 60 días.

Otros estudios han mostrado que, a mayor edad las pastura a base de kikuyo presentan más lignina, esto se debe a que la planta al madurar deposita mayor proporción de carbohidratos estructurales (celulosa y hemicelulosa), al igual que otros compuestos presentes en la pared celular como la lignina (Verdecia *et al.* 2008).

Un resumen de los datos experimentales reportados en un trabajo similar a la presente muestra los principales efectos de la edad del pasto sobre los valores de PC, FND, FAD, EE y cenizas (Cuadro 20). Se concluye de dicha

información que a mayor edad el valor nutritivo del pasto kikuyo disminuye, aunque tal disminución pareciera ser menor pronunciada que lo que ocurre con otras especies de gramíneas tropicales.

Cuadro 20. Composición química del kikuyo usado para la digestibilidad in situ, a tres edades de rebrote, en base a MS, en Ecuador.

Componente	Composición porcentual según Días de rebrote		
	40	55	70
Proteína bruta	21,66	18,39	19,50
Fibra Ácido Detergente	34,80	35,66	35,17
Fibra Neutro Detergente	62,01	67,15	66,23
Extracto etéreo	2,15	1,71	2,74
Cenizas	13,45	12,47	13,01

Adaptado de Cuenca 2011.

4.3. Composición botánica de la pastura

En el Cuadro 20 se presenta el porcentaje de presencia de Kikuyo en la pastura durante el inicio y el final del periodo de observación según tratamiento; además de la diferencia relativa porcentual. La composición botánica determinó que la pastura, además de kikuyo, contenía pasto Estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*). No se presentó efecto de tratamiento al inicio lo que indicó que al inicio del experimento todas las parcelas experimentales tenían una condición semejante. Al final del experimento, el tratamiento 30 días intervalo de corte, presento una disminución de 13 puntos porcentuales en la proporción estimada de biomasa de kikuyo, mientras que en los otros tratamientos el cambio fue mínimo (Cuadros A21, A22, A23, A24, A25, A 26 y Cuadro 21).

Cuadro 21. Efecto del intervalo de corte sobre la composición botánica en una pastura a base de kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.

Tratamiento	Intervalo de corte (Días)	% de presencia/dominancia de Kikuyo		
		Inicio	Final	Diferencia
1	30	92,00 ^a	79,00 ^a	-13,00 ^a
2	40	88,00 ^a	89,00 ^b	1,00 ^b
3	50	93,00 ^a	93,00 ^b	0,00 ^b
4	60	92,00 ^a	89,00 ^b	-3,00 ^{ab}
Promedio		91,25	87,50	-3,75

(a, b, c) Valores con igual letra no difieren estadísticamente ($P > 0.05$).

Las pruebas de medias sugieren que con un intervalo de corte de 30 días existe mayor probabilidad de que la proporción de kikuyo disminuya, dando paso a la aparición de otras especies, en el caso específico de esta investigación, la especie que incremento fue la estrella africana. Se presentó una alta variabilidad específicamente entre las parcelas de los tratamientos 1 y 4, esto podría explicar la no diferencia en cambio en composición botánica entre 30 y 60 días de frecuencia de corte.

Se consideró que el avance en la ocupación del pasto Estrella fue debido a que no se dieron las condiciones climáticas adecuadas para el desarrollo del Kikuyo y al tenerlo a intervalos de corte frecuentes permitió que el pasto Estrella se desarrollara más porque el clima predominante favorece al desarrollo de esta especie.

La presencia de solo Kikuyo y Estrella en la pastura se debió a la aplicación de herbicida al inicio la investigación, lo que controló la maleza de hoja ancha por completo por efecto de la aplicación del herbicida sistémico Navajo (2-4D + pycloclam) en dosis de 177 ml/por bomba 18 litros.

Mila y Corredor (2004) trabajaron en la evolución de la composición botánica de una pradera de kikuyo recuperada mediante escarificación mecánica y fertilización con compost. Se tenía una composición inicial de Kikuyo 36%, malezas de 38%, leguminosas 6% y otras gramíneas 20%. La composición botánica de la pradera recuperada transcurridos 150 días después de la aplicación

de los tratamientos fue Kikuyo 58%, malezas 8%, leguminosas 1% y otras gramíneas 33%.

Se debe destacar que, en un área cercana a la pastura estudiada, previamente se determinó la producción anual de MS del pasto Estrella (*C. nlemfuensis*) y el *P. clandestinum*, y en ese momento fue de 20,77 (t ha⁻¹ año⁻¹) de MS, de los cuales *C. nlemfuensis* 6,18 (t ha⁻¹ año⁻¹) y *P. clandestinum* 14,59 (t ha⁻¹ año⁻¹) (Castro 2017).

4.4. Momento óptimo de cosecha

De acuerdo con la información obtenida en el presente estudio y bajo las condiciones generales de este ensayo, se propone que la edad de cosecha (bajo un sistema de corte y acarreo), debe oscilar entre 40 días y 60 días, pues es la edad a la cual se obtienen las mayores tasas de crecimiento y por tanto las mayores producciones de MS/ha/año.

Por otra parte, aunque el contenido de PC fue alrededor de 2,5 puntos porcentuales inferior a 60 días respecto a la edad de 30 días, las producciones de proteína cruda (kg/ha/año) fueron mayores a las edades de cosecha entre 40 días y 60 días (Figura 6). Cabe además señalar que los contenidos de PC fueron superiores al 20% en todos los tratamientos.

Por otra parte, valores asociados a los contenidos de fibra y factores antinutricionales que pudiesen afectar la digestibilidad o el consumo mismo de MS, no fueron severamente afectados por la mayor edad de rebrote evaluada en este trabajo (60 días).

Finalmente, los cambios en composición botánica soportan la conclusión de que se requiere como mínimo un intervalo de rebrote de 40 días para el mejor desempeño de la pastura.

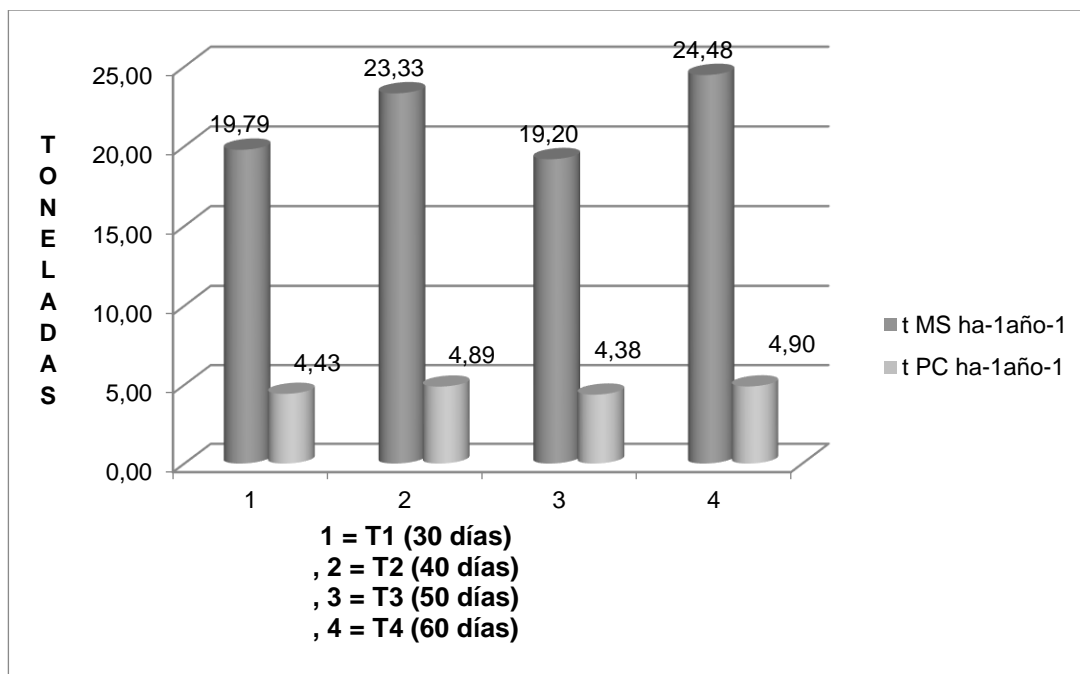


Figura 6. Potencial (t/ha/año) de materia seca (MS) y proteína cruda (PC) en una pastura a base de kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.

En aspectos prácticos se tiene que la elección del intervalo de corta entre 40 y 60 días presenta algunas ventajas, pues se tiene un mayor crecimiento y por lo tanto mayor disponibilidad de pasto y aprovechamiento constante del área. Además, se requiere menos mano de obra para las cosechas y acarrero lo que implica disminución en gastos operativos (mano de obra, transporte, insumos, etc).

4.5. Resumen de los resultados obtenidos en la investigación

En el cuadro Cuadro 22 se resumen los resultados obtenidos de las variables de respuesta estudiadas en la investigación, además se hace la recopilación de resultados de otras investigaciones.

Cuadro 22. Valores obtenidos según cada variable de respuesta y recopilación de datos de otros estudios en la investigación en una pastura a base de kikuyo en Sucre, San Carlos, Costa Rica, 2018.

Variable	Intervalo de corte (Días)				Fuente	Observaciones
	30	40	50	60		
Productividad						
MS%	18,90a	17,50b	16,90b	17,10b	Esta investigación	
	18,90 en época seca y en la época lluviosa 14,20.				(Dos Pinos 2008)	kikuyo pastoreado en 21 fincas ubicadas en la zona montañosa central de Costa Rica
	14,00 y 19,00				(Sánchez 2007).	Kikuyo en fincas de ganado bovino en el trópico
MS kg/ha/día	54,24b	63,90a	52,64b	67,08a	Esta investigación	
	25,50 y 107,10				(Guaña 2014),	kikuyo con corte a 20 cm, sin y con fertilización respectivamente
MS kg/ha/corte	1721,80a	2673,40b	2731,00b	4024,60c	Esta investigación	
	8840,00 kg/ha de materia verde y 2040,00 kg/ha de materia seca, 1748,00 kg/ha de materia verde y 4010,00 kg/ha de materia seca				(Silva <i>et al.</i> 2010),	Respectivamente kikuyo sobre suelos andisoles y en pastura con fertilización a base de nitrógeno, fósforo y Azufre con diferencias altamente significativas entre tratamientos.
	2431.40 y 5168.40				(Guaña 2014),	kikuyo con corte a 20 cm, sin y con fertilización respectivamente
MS t/ha/año	19,79b	23,33a	19,20b	24,48a	Esta investigación	
	39,00				(Arce <i>et al.</i> 2013),	kikuyo en una rotación de 31 días
	20,00 a 25,00				(Sánchez 2007)	kikuyo en 30 a 40 días.
Contenido nutricional						
PC%	22,41a	20,96ab	22,83a	20,00b	Esta investigación	
	20,00				(Sossa y Barahona 2015)	
	24,00				(Kimitei 2016)	Kikuyo con buenas fertilizaciones
	20,00				(Castañeda <i>et al.</i> 2008),	Intervalo de corte de 60 días con una fertilización nitrogenada de 50 kg/N/ha/corte.
	24,00 y 25,00				(Morales <i>et al.</i> 2013)	En cortes a intervalo de 30 días.
	21,20 y 17,00 19,20 y 17,00				(Sánchez e Hidalgo 2016)	Respectivamente kikuyo a una altura de 2500 y 1780 msnm, en época lluviosa y época seca.

(a, b, c....) Valores con igual letra no difieren estadísticamente ($P>0.05$).

Continuación...Cuadro 22. Valores obtenidos en las variables de respuesta.....

Variable	Intervalo de corte (Días)				Fuente	Observaciones
	30	40	50	60		
Contenido nutricional						
PC%	22,41a	20,96ab	22,83a	20,00b	Esta investigación	
	21,00-23,00				(Sánchez 2007).	Kikuyo en fincas de ganado bovino en el trópico
	20,50				(Correa 2006)	
	Época seca 22,60 y época lluviosa 23,30				(Dos Pinos 2008)	kikuyo pastoreado en la zona montañosa central de Costa Rica
	18,40				(Mojica <i>et al.</i> 2015)	
	18,70 y 13,30				Giraldo <i>et al.</i> (2007)	Respectivamente en Kikuyo de 29 y 49 días de rebrote
	18,47 y 19,60 17,98 y 20,09				(Soto <i>et al.</i> 2005).	Respectivamente kikuyo sin y con fertilización y corte a los 30 y 60 días
	21,66, 18,39 y 19,50				(Cuenca 2011).	Respectivamente kikuyo en corte a los 40, 55 y 70 días
FDN%	61,08a	62,26a	59,83a	62,04a	Esta investigación	
	57,55 y 57,25 54,17 y 57,32				(Soto <i>et al.</i> 2005).	Respectivamente kikuyo sin y con fertilización y corte a los 30 y 60 días
	Época seca 59,20 y en la época lluviosa 62,00				(Dos Pinos 2008)	
	58,10				(Correa 2006)	
	60,00 – 62,00,				(Sánchez 2007)	
	57,00 a 50,00				(Mojica <i>et al.</i> 2015)	
	58,00 a 62,00				(Dos Pinos 2013)	
	63,00 y 69,60				(Giraldo <i>et al.</i> (2007)	Respectivamente en Kikuyo de 29 y 49 días de rebrote
	62,01, 67,15 y 66,23				(Cuenca 2011).	Respectivamente kikuyo en corte a los 40, 55 y 70 días
FAD%	29,71a	30,12a	29,96a	31,47b	Esta investigación	
	30,30				(Correa 2006)	
	Época seca 27,90 y en época lluviosa 28,30				(Dos Pinos 2008)	
	25,70				(Mojica <i>et al.</i> 2015)	
	31,07 y 29,25 30,50 y 30,82.				(Soto <i>et al.</i> 2005).	Respectivamente kikuyo sin y con fertilización
	29,70 y 31,00.				Giraldo <i>et al.</i> (2007)	Respectivamente en Kikuyo de 29 y 49 días de rebrote
	34,80, 35,66 y 35,17				(Cuenca 2011).	Respectivamente kikuyo en corte a los 40, 55 y 70 días

(a, b, c....) Valores con igual letra no difieren estadísticamente ($P>0.05$).

Continuación...Cuadro 22. Valores obtenidos en las variables de respuesta.....

Variable	Intervalo de corte (Días)				Fuente	Observaciones
	30	40	50	60		
Contenido nutricional						
E.E. %	2,65a	2,62a	2,57a	2,52a	Esta investigación	
	2,30				(Mojica <i>et al.</i> 2015)	
	3,86 y 3,96 4,46 y 3,93				(Soto <i>et al.</i> 2005).	Respectivamente kikuyo sin y con fertilización y corte a los 30 y 60 días
	3,63				(Correa 2006)	
	2,15, 1,71 y 2,74				(Cuenca 2011).	Respectivamente kikuyo en corte a los 40, 55 y 70 días
Cenizas %	9,43a	9,79a	9,02a	9,83a	Esta investigación	
	11,60, 11,70 y 11,40				(Alfaro 2017).	Respectivamente para edades de rebrote de 25, 35 y 45 días
	10,60				(Correa 2006)	
	9,92 y 10,13 9,28 y 8,77				(Soto <i>et al.</i> 2005).	Respectivamente kikuyo sin y con fertilización y corte a los 30 y 60 días
	13,45, 12,47 y 13,01				(Cuenca 2011).	Respectivamente kikuyo en corte a los 40, 55 y 70 días
Ligniina %	1,81a	1,88a	2,40b	2,47b	Esta investigación	
	Época seca 2,73 y en época lluviosa 2,52				(Dos Pinos 2008)	kikuyo pastoreado en la zona montañosa central de Costa Rica
	5,00 y 7,10 6,00 y 7,40				(Soto <i>et al.</i> 2005).	Respectivamente kikuyo sin y con fertilización y corte a los 30 y 60 días

(a, b, c....) Valores con igual letra no difieren estadísticamente ($P>0.05$).

5. CONCLUSIONES

a. En pastura a base de kikuyo la producción de materia seca fue menor conforme menor fue el intervalo de corte (30 días, 40 días, 50 días y 60 días).

b. El valor nutritivo de la pastura a base de kikuyo disminuyó levemente conforme se aumentó el intervalo de corte (30 días, 40 días, 50 días y 60 días).

c. Al aumentar el intervalo de corte de la pastura a base de kikuyo la producción de forraje fue mayor tanto en términos de tasa de crecimiento ($\text{kg MS ha}^{-1}\text{día}^{-1}$), como en crecimiento acumulado por corte ($\text{kg MS ha}^{-1}\text{ corte}^{-1}$).

d. El principal cambio en composición botánica, en términos de la proporción de kikuyo, ocurrió con la frecuencia de corte de 30 días; en dicho tratamiento la proporción de kikuyo tendió a disminuir.

e. De acuerdo al rendimiento de MS, variable de valor nutritivo y cambio en la composición botánica de la pastura conforme esta fue sometida a diferentes frecuencias de corte, pareciera que intervalos entre 40 días y 60 días son los más convenientes para una pástura a base de kikuyo sometida a un manejo de corta y acarreo.

6. RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos permiten sugerir para la pastura a base de kikuyo, en la Finca La Bretañita un intervalo de corte entre 40 días y 60 días, ya que obtiene mejor producción y valor nutritivo.

En estudios similares realizar la investigación durante todo el año para ver el comportamiento en verano e invierno y analizar más componentes iniciales de las pasturas como peso de la raíz, número de tallos y hojas.

Realizar un estudio similar considerando la digestibilidad para tener más criterios sobre efectos en el valor nutritivo del pasto.

Evaluar el efecto de diferentes regímenes de fertilización y su interacción con la edad de cosecha.

Ejercer un mayor control y cuidado en la fase de muestreo para que independientemente de los tratamientos, la altura de corte sea uniforme, a menos de que esta variable sea un factor a estudiar.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro, A. 2015. Manejo eficiente de los recursos: alimentación y mano de obra. Ventana lechera. Edición N ° 29. 7-12.
- Alfaro, M. 2017. Evaluación de la frecuencia e intensidad de defoliación en pasto tanzania (*Panicum máximum* c.v. Tanzania) en la zona de San Carlos, Costa Rica. Trabajo Final de Graduación para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía. Escuela de Agronomía. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Regional San Carlos. 64p.
- 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. 225p.
- Arce, J.; Villalobos, L.; Jones, W. 2013. Costos de producción en pastos de piso en fincas de asociados de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R. L. Ventana Lechera no. 21.
- Atencio, L.; Tapia, J.; Mejia, J y Cadena, J. 2014. Comportamiento fisiológico de gramíneas forrajeras. Revista Temas Agrarios, Vol. 19 (2).
- Barrientos, O. y Chaves, G. 2008. Región Huetar Norte oferta exportada actual y oferta potencial de productos agropecuarios alternativos. Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica. San José, CR. 54 p.
- Barrientos, O.; Villegas, L. 2010. Sector Agropecuario, Cadena Productiva de Leche, Políticas y Acciones. SEPSA. MAG. San José, Costa Rica.
- Camara Nacional de Productores de Leche. 2018. VII Congreso centroamericano del sector lácteo. San Jose, Costa Rica 10 y 11 de octubre.
- Cardona, J. 2016. Efecto de la castración y pseudocastración con elastrador al nacimiento, sobre el crecimiento, calidad la carne y de la canal, en ganado cebú comercial, bajo condiciones de trópico húmedo en la zona Norte de

Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica, San Carlos, Costa Rica. 132 p.

Carulla, J.; Cárdenas, E.; Sánchez, N. y Riveros, C. (s.f.). Valor nutricional de los forrajes más usados en los sistemas de producción lechera especializada de la zona andina colombiana. Evaluación de forrajes. Bogotá, Colombia. 16 p.

Castañeda, M.; Duque, M.; Galvis, R.; Correa, H. 2008. Efecto de la fertilización y de la edad de corte sobre la digestibilidad In vitro de la proteína del pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Revista Facultad Nacional Agraria. Medellín. 61(2):4646-4653.

Castro, M. 2017. Efecto de la combinación de la fertilización orgánica e inorgánica más bioestimulante en pasturas compuestas por *Pennisetum clandestinum* y *Cynodon nlemfuensis* en Sucre de San Carlos, Costa Rica. Trabajo final de graduación, Escuela de Agronomía TEC, sede regional San Carlos. 92p.

Chacón, E. 2013. Principios de manejo y utilización de pasturas tropicales para la producción de leche y carne a pastoreo. Astro Data S.A. GIRARZ. Maracaibo, Venezuela. 13: 21-29 p.

Correa, H. 2006. 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.

Correa, H.; Pabón, M.; Carulla, J. 2008. Nutritional value of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum* *Hoechst Ex Chiov.*) for milk production in Colombia: A review. I. Chemical composition, ruminal and posruminal digestibility. *Livestock Research for Rural Development* 20(4).

Cuenca, L. 2011. Valor nutritivo y digestibilidad de dos gramíneas de clima templado o sierra. Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y grama (*Cynodon dactylon*) a tres edades de cosecha. Tesis de grado. Facultad de Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional de Loja. Loja. Ecuador. 79 p

- Dos Pinos. 2008. Forrajes: Nuestros mejores cultivos. Revista Ventana Lechera Ed. 10. Dos Pinos, Costa Rica.
- Dos Pinos. 2013. Conservación de forrajes. Revista Ventana Lechera, Revista Especializada. N° 22, año 7. Alajuela, Costa Rica.
- Elizondo, J. 2011. Influencia de la variedad y altura de cosecha sobre el rendimiento y valor nutritivo de maíz para ensilaje. ISSN 0377-9424.
- FAO. 2015. Producción y productos lácteos: ganado vacuno (en línea). Consultado el 10 octubre del 2017. Disponible en <http://www.fao.org/dairy-production-products/es/>
- Giraldo, L.; Gutiérrez, L. y Rúa, C. 2007. Comparación de dos técnicas in vitro e in situ para estimar la digestibilidad verdadera en varios forrajes tropicales. Rev colombiana de ciencias Percuarias. Medellín, Colombia.
- Gualdrón, E.; Padilla, C. 2007. Producción y calidad de leche en vacas holstein en dos arreglos silvopastoriles de *acacia decurrens* y *alnus acuminata* asociadas con pasto kikuyo, (*Pennisetum clandestinum*). s. l. Universidad de La Salle, Bogotá. 124 p.
- Guaña, L. 2014. Producción del kikuyo (*Pennisetum clandestinum Hochst*) Con dos alturas de Corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens L*). Quito, Ecuador.
- Guevara, R.; Guevara, G. y Curbelo, Lino. (s.f.) Pastoreo racional Voisin para la producción bovina sostenible (artículo reseña, primera parte). Universidad de Camaguey, Cuba.
- Holmann, F.; Rivas, L.; Pérez, E.; Castro, C.; Schuetz, P. y Rodríguez, J. 2007. La cadena de Carne Bovina en Costa Rica: Identificación de Temas Críticos para Impulsar su Modernización, Eficiencia y Competitividad. Centro Internacional de Agricultura Tropical y International Livestock Research Institute. San José, CR. 75 p.

- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). 2015. VI Censo Nacional Agropecuario: Resultados Generales. 1 ed. San José, Costa Rica, Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- Kass, D. 2007. Fertilidad de suelos. 1ed. EUNED. San José, Costa Rica. 272 p.
- Kimitei, R. 2016. Kikuyu grass: green gold revered abroad, underrated at home. Daily nation.
- Jiménez, A.; Quevedo, L. 2011. La nutrición y su influencia sobre el comportamiento reproductivo y la calidad de leche en bovinos. Bogotá, Colombia,
- Jiménez, M. 2008. Producción de forrajes en Costa Rica. Ventana lechera. Edición N° 10. 11-14.
- Lounglawan, P.; Lounglawan, W.; Suksombat, W. 2014. Effect of Cutting Interval and Cutting Height on Yield and Chemical Composition of King Napier grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum americanum*). APCBEE Procedia 8, 27–31.
- Lugo, M.; Molina, F.; Gonzales, I.; Gonzales, J.; Sanches, E. 2012. Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre la producción de materia seca y proteína cruda de *Tithonia Diversifolia* (Hemsl) A. Gray. Zootecnia tropical. Vol 30. No 4.
- Madriz, J. 2016. Reflexiones sobre el sector lácteo a nivel mundial y nacional. Horizonte lechero. Edición ° 3. 2-3.
- Mantilla, D. y Ramirez, N. 2015. Efecto de la intensidad lumínica y precipitación sobre el crecimiento del pasto *Brachiaria brizantha* cv toledo en piedemonte llanero. Universidad De La Salle Facultad de Zootecnia, Bogota D.C. 66 p.
- Mena, A. 2013. Fertilización química y orgánica en la producción de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) EN EL SECTOR SALACHE CANTÓN LATACUNGA. s. l., Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 93 p.

- Mila, A.; Corredor, G. 2004. Evolución de la composición botánica de una pradera de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) recuperada mediante escarificación mecánica y fertilización con compost. Revista Corpoica. Bogotá, Colombia.
- Milera, M. 2006. Sistemas de producción de leche a partir de recursos forrajeros herbáceos y arbóreos. Pastos y Forrajes. Matanzas, Cuba. 1-27 p.
- Mojica, J.; Castro, E.; León, J.; Cárdenas, A.; Pabón, M. y Carulla, J. 2015. Efecto de la oferta de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) sobre la producción y calidad composicional de la leche. <https://www.researchgate.net/publication/267686593>
- Morales, A; León, J; Cárdenas, E; Afanador, G; Carulla, J. 2013. Composición química de la leche, digestibilidad In vitro de la materia seca y producción en vacas alimentadas con gramíneas solas o asociadas con *Lotus uliginosus*.
- Ortega, L. 2008. Establecimiento de rye grass sobre pasto kikuyo bajo cero labranza en el valle central para pasto de corta. Ventana lechera. Edición N° 10. 24-26.
- Pedreira, B.; Pedreira, C.; Lara, M. 2015. Leaf age, leaf blade portion and light intensity as determinants of leaf photosynthesis in *Panicum maximum* Jacq. Grassland Science. 61(1): 45-49p.
- PROLECHE (Cámara Nacional de Productores de Leche) 2016. Consumo Aparente y Per Cápita de Productos Lácteos (en línea). Consultado el 25 de mayo del 2017. Disponible en: <http://proleche.com/recursos/documentos/Consumo%20Aparente.pdf>
- Ramírez, H. 2011. ¿De qué hablan cuando dicen materia seca? Sitio Argentino de Producción Animal 2011.
- Ray, J.; Benites, D.; García, R. y Senra, A. 2014. Estrategias de manejo de pastoreo racional para la producción de leche a partir de pastos tropicales. Cuba.
- Roche, J. Turner, L.; Lee, J.; Edmeades, D.; Donaghy, D.; Macdonald, K.; Penno, J. y Berry, D. 2009. Weather, herbage quality and milk production in pastoral

systems 2: Temporal patterns and intra-relationships in herbage quality and mineral concentration parameters. *Animal Production Science*. 49(3): 200-2010 p.

Ruggia, A.; Kozloski, L.; Sanchez, B.; Lima, L.; Oliveira, L.; Harter, C.; Fiorentini, G.; Cadorin, R. 2007. Age of regrowth as a factor affecting the nutritive value of hay of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) offered to lambs. (Animal Science Department). 193-201.

Salas, R.; Cabalceta, G. (s.f.) Manejo del Sistema Suelo – Pasto: partida para la producción de forrajes. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica.

Sánchez, J. 2002. Uso de recursos tropicales en la alimentación del ganado lechero. San José, Costa Rica.

Sánchez, J. 2007. Utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación del ganado lechero. XI Seminario de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. Venezuela. 24p.

Sánchez, M.; Martínez, A. 2008. Prácticas de alimentación animal para la utilización eficiente del pasto Kikuyo. Ventana lechera. Edición N° 10. 18-24.

Sánchez, W.; Hidalgo, C. 2016. Experiencias con Pastos y Forrajes en la Zona Alta Lechera de Costa Rica. Cartago, Costa Rica, Proyecto Plantón Pacayas.

Silva, A.; Menjivar, J.; Alava, C. y Gómez, H. 2010. Efecto de la fertilización con nitrógeno, fosforo y azufre sobre la recuperación de una pradera degradada de kikuyo *Pennisetum clandestinum* *Hoechst* en nariño, Colombia. XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo.

Sorio, H. 2012. Pastoreo Voisin: Teorías – prácticas – vivencias. 3ª ed. Méritos Editora Ltda. 298 p.

Sossa, CP; Barahona, R. 2015. Comportamiento productivo de novillos pastoreando en trópico de altura con y sin suplementación energética. *Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia* 62(1): 67-80.

- Soto, C.; Valencia, A.; Galvis, R. y Correa, H. 2005. Efecto de la edad de corte y del nivel de fertilización nitrogenada sobre el valor energético y proteico del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Vol. 18;1, 2005.
- UCR. 2019. Laboratorio de Bromatología de Forrajes- Universidad de Costa Rica (UCR). CINA. Disponible en <http://www.cina.ucr.ac.cr/index.php/cina/9-sin-clasificar?start=10>
- Van Soest, P. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant, 2nd ed. Cornell University Press , Ithaca, NY.
- Verdecia, D; Ramírez, J; Leonard, I; Pascual, Y; López, Y. 2008. Rendimiento y componentes del valor nutritivo del *Panicum maximum cv. Tanzania*. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria. 9(5): 1-9p.
- Villalobos, L.; Arce, J. 2013. Evaluación agronómica y nutricional del pasto Estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) en la zona de Monteverde, Puntarenas, costa rica. i. Disponibilidad de biomasa y fenología. Agronomía Costarricense 37(1): 91-101.
- Villalobos, L; Arce, J; WingChing, R. 2013. Producción de biomasa y costos de producción de pastos Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*), Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y Ryegrass perenne (*Lolium perenne*) en lecherías de Costa Rica. Agronomía Costarricense, 37 (2): 91-103.
- Villareal, M. 2008. Nuevas estrategias de alimentación para la producción de leche en los trópicos. Ventana lechera. Edición N° 10. 2-11.
- Villareal, M. Evaluación de materiales forrajeros para el mejoramiento de los sistemas de producción ganadera bajo pastoreo en la Región Huetar Norte. Tecnología en marcha. Vol. 13 no. Especial.
- Zúñiga, H. 2011. Hidrogeología del Sector de San Carlos Alajuela, Costa Rica. Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible (ProDUS). Universidad de Costa Rica.

8. ANEXOS

ANEXO 1. Cuadro A1. ANDEVA, materia parcialmente seca (MS 55 °C) de kikuyo.

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRT	3	12	6.43	0.0076

ANEXO 2. Cuadro A2. Medias y comparación de medias, materia parcialmente seca (MS 55 °C) de kikuyo.

Least Squares Means

Effect	TRT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRT	1	18.9400	0.7624	5.6	24.84	<.0001
TRT	2	17.5600	0.7624	5.6	23.03	<.0001
TRT	3	16.9400	0.7624	5.6	22.22	<.0001
TRT	4	17.1800	0.7624	5.6	22.53	<.0001

Differences of Least Squares Means

Effect	TRT	_TRT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRT	1	2	1.3800	0.4984	12	2.77	0.0170
TRT	1	3	2.0000	0.4984	12	4.01	0.0017
TRT	1	4	1.7600	0.4984	12	3.53	0.0041
TRT	2	3	0.6200	0.4984	12	1.24	0.2373
TRT	2	4	0.3800	0.4984	12	0.76	0.4605
TRT	3	4	-0.2400	0.4984	12	-0.48	0.6388

ANEXO 3. Cuadro A3. ANDEVA - Tasa de crecimiento forraje total (hojas y tallos) (kg MSha⁻¹ día⁻¹) de kikuyo.

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Em	De	F Value	Pr > F
	DF	n DF		
T		12	4.06	0.0332
RT				

ANEXO 4. Cuadro A4. Medias y comparación de medias - Tasa de crecimiento forraje total (hojas y tallos) (kg MS ha⁻¹día⁻¹) de kikuyo.

Least Squares Means						
Effect	TRT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRT	1	54.2400	4.3418	11.9	12.49	<.0001
TRT	2	63.9000	4.3418	11.9	14.72	<.0001
TRT	3	52.6400	4.3418	11.9	12.12	<.0001
TRT	4	67.0800	4.3418	11.9	15.45	<.0001

Differences of Least Squares Means							
Effect	TRT	_TRT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRT	1	2	-9.6600	4.9901	12	-1.94	0.0768
TRT	1	3	1.6000	4.9901	12	0.32	0.7540
TRT	1	4	-12.8400	4.9901	12	-2.57	0.0244
TRT	2	3	11.2600	4.9901	12	2.26	0.0435
TRT	2	4	-3.1800	4.9901	12	-0.64	0.5359
TRT	3	4	-14.4400	4.9901	12	-2.89	0.0135

ANEXO 5. Cuadro A5. ANDEVA - Producción de forraje total (hojas y tallos) (kg MS ha⁻¹ corte⁻¹) de kikuyo.

Type 3 Tests of Fixed Effects					
t	Effec	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
	TRT	3	12	32 .43	<.0001

ANEXO 6. Cuadro A6. Medias y comparación de medias - Producción de forraje total (hojas y tallos) (kg MS ha⁻¹ corte⁻¹) de kikuyo.

Least Squares Means						
Effect	TRT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRT	1	1721.80	220.75	10.2	7.80	<.0001
TRT	2	2673.40	220.75	10.2	12.11	<.0001
TRT	3	2731.00	220.75	10.2	12.37	<.0001
TRT	4	4024.60	220.75	10.2	18.23	<.0001

Differences of Least Squares Means							
Effect	TRT	_TRT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRT	1	2	-951.60	234.81	12	-4.05	0.0016
TRT	1	3	-1009.20	234.81	12	-4.30	0.0010
TRT	1	4	-2302.80	234.81	12	-9.81	<.0001
TRT	2	3	-57.6000	234.81	12	-0.25	0.8104
TRT	2	4	-1351.20	234.81	12	-5.75	<.0001
TRT	3	4	-1293.60	234.81	12	-5.51	0.0001

ANEXO 7. Cuadro A7. ANDEVA - Tasa de crecimiento forraje total (hojas y tallos) (t MSha⁻¹ año⁻¹) de kikuyo.

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Estimate	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRT		3	1	4.06	0.0332

ANEXO 8. Cuadro A8. Medias y comparación de medias - Tasa de crecimiento forraje total (hojas y tallos) (t MS ha⁻¹año⁻¹) de kikuyo.

Least Squares Means

Effect	TRT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRT	1	19.7930	1.5852	11.9	12.49	<.0001
TRT	2	23.3278	1.5852	11.9	14.72	<.0001
TRT	3	19.2044	1.5852	11.9	12.11	<.0001
TRT	4	24.4826	1.5852	11.9	15.44	<.0001

Differences of Least Squares Means

Effect	TRT	_TRT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRT	1	2	-3.5348	1.8242	12	-1.94	0.0765
TRT	1	3	0.5886	1.8242	12	0.32	0.7525
TRT	1	4	-4.6896	1.8242	12	-2.57	0.0245
TRT	2	3	4.1234	1.8242	12	2.26	0.0432
TRT	2	4	-1.1548	1.8242	12	-0.63	0.5386
TRT	3	4	-5.2782	1.8242	12	-2.89	0.0135

ANEXO 9. Cuadro A9. ANDEVA – Contenido Proteína Cruda (PC, %) de kikuyo.

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Estimate	DF	DF	F Value	Pr > F
TRT	22.4100	3	36	27.14	<.0001

ANEXO 10. Cuadro A10. Medias y comparación de medias - Contenido de Proteína Cruda (PC, %) en kikuyo.

Least Squares Means

Effect	TRT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRT	1	22.4100	0.8257	36	27.14	<.0001
TRT	2	20.9600	0.8257	36	25.38	<.0001
TRT	3	22.8300	0.8257	36	27.65	<.0001
TRT	4	20.0000	0.8257	36	24.22	<.0001

Differences of Least Squares Means

Effect	TRT	_TRT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRT	1	2	1.4500	1.1677	36	1.24	0.2224
TRT	1	3	-0.4200	1.1677	36	-0.36	0.7212
TRT	1	4	2.4100	1.1677	36	2.06	0.0463
TRT	2	3	-1.8700	1.1677	36	-1.60	0.1180
TRT	2	4	0.9600	1.1677	36	0.82	0.4164
TRT	3	4	2.8300	1.1677	36	2.42	0.0205

ANEXO 11. Cuadro A11. ANDEVA – Contenido de Fibra Neutro Detergente (FND, %) de kikuyo.

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Estimate	DF	DF	F Value	Pr > F
TRT	3	3	6	0.74	0.5351

ANEXO 12. Cuadro A12. Medias y comparación de medias - Contenido de Fibra Neutro Detergente (FND, %) en kikuyo.

Least Squares Means

Effect	TRT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRT	1	61.0800	1.2871	36	47.46	<.0001
TRT	2	62.2600	1.2871	36	48.37	<.0001
TRT	3	59.8300	1.2871	36	46.48	<.0001
TRT	4	62.0400	1.2871	36	48.20	<.0001

Differences of Least Squares Means

Effect	TRT	_TRT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRT	1	2	-1.1800	1.8202	36	-0.65	0.5209
TRT	1	3	1.2500	1.8202	36	0.69	0.4967
TRT	1	4	-0.9600	1.8202	36	-0.53	0.6011
TRT	2	3	2.4300	1.8202	36	1.33	0.1903
TRT	2	4	0.2200	1.8202	36	0.12	0.9045
TRT	3	4	-2.2100	1.8202	36	-1.21	0.2326

ANEXO 13. Cuadro A13. ANDEVA – Contenido de Fibra Ácido Detergente (FAD, %) en kikuyo.

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Estimate	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRT		3	3	3.	0
RT			6	25	.0329

ANEXO 14. Cuadro A14. Medias y comparación de medias - Contenido de Fibra Ácido Detergente (FAD, %) en kikuyo.

Least Squares Means

Effect	TRT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRT	1	29.7100	0.4372	36	67.96	<.0001
TRT	2	30.1200	0.4372	36	68.89	<.0001
TRT	3	29.9600	0.4372	36	68.53	<.0001
TRT	4	31.4700	0.4372	36	71.98	<.0001

Differences of Least Squares Means

Effect	TRT	_TRT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRT	1	2	-0.4100	0.6183	36	-0.66	0.5115
TRT	1	3	-0.2500	0.6183	36	-0.40	0.6884
TRT	1	4	-1.7600	0.6183	36	-2.85	0.0073
TRT	2	3	0.1600	0.6183	36	0.26	0.7973
TRT	2	4	-1.3500	0.6183	36	-2.18	0.0356
TRT	3	4	-1.5100	0.6183	36	-2.44	0.0196

ANEXO 15. Cuadro A15. ANDEVA - Contenido de Extracto Etéreo (E.E, %) en kikuyo.

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRT	3	3	0.	0
RT		2	66	.5841

ANEXO 16. Cuadro A16. Medias y comparación de medias - Contenido de Extracto etéreo (E.E, %) en kikuyo.

Least Squares Means

Effect	TRT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRT	1	2.6500	0.07844	19.8	33.78	<.0001
TRT	2	2.6200	0.07844	19.8	33.40	<.0001
TRT	3	2.5700	0.07844	19.8	32.76	<.0001
TRT	4	2.5200	0.07844	19.8	32.12	<.0001

Differences of Least Squares Means

Effect	TRT	_TRT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRT	1	2	0.03000	0.09967	32	0.30	0.7654
TRT	1	3	0.08000	0.09967	32	0.80	0.4281
TRT	1	4	0.13000	0.09967	32	1.30	0.2014
TRT	2	3	0.05000	0.09967	32	0.50	0.6193
TRT	2	4	0.10000	0.09967	32	1.00	0.3232
TRT	3	4	0.05000	0.09967	32	0.50	0.6193

ANEXO 17. Cuadro A17. ANDEVA - Contenido de Cenizas (cen, %) en kikuyo.

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRT	3	3	0.	0
RT		6	70	.5556

ANEXO 18. Cuadro A18. Medias y comparación de medias - Contenido de Cenizas (cen, %) en kikuyo.

Least Squares Means

Effect	TRT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRT	1	9.4300	0.4495	36	20.98	<.0001
TRT	2	9.7900	0.4495	36	21.78	<.0001
TRT	3	9.0200	0.4495	36	20.07	<.0001
TRT	4	9.8300	0.4495	36	21.87	<.0001

Differences of Least Squares Means

Effect	TRT	_TRT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRT	1	2	-0.3600	0.6357	36	-0.57	0.5747
TRT	1	3	0.4100	0.6357	36	0.64	0.5231
TRT	1	4	-0.4000	0.6357	36	-0.63	0.5332
TRT	2	3	0.7700	0.6357	36	1.21	0.2337
TRT	2	4	-0.04000	0.6357	36	-0.06	0.9502
TRT	3	4	-0.8100	0.6357	36	-1.27	0.2108

ANEXO 19. Cuadro A19. ANDEVA – Contenido de Lignina (lig, %) en kikuyo.

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	3	3.0000	1.0000	95.00	<.0001

ANEXO 20. Cuadro A20. Medias y comparación de medias - Contenido de Lignina (lig, %) en kikuyo.

Least Squares Means

Effect	TRT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRT	1	1.8100	0.1873	21.9	9.66	<.0001
TRT	2	1.8800	0.1873	21.9	10.04	<.0001
TRT	3	2.4000	0.1873	21.9	12.81	<.0001
TRT	4	2.4700	0.1873	21.9	13.19	<.0001

Differences of Least Squares Means

Effect	TRT	_TRT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRT	1	2	-0.07000	0.2440	32	-0.29	0.7760
TRT	1	3	-0.5900	0.2440	32	-2.42	0.0215
TRT	1	4	-0.6600	0.2440	32	-2.71	0.0109
TRT	2	3	-0.5200	0.2440	32	-2.13	0.0408
TRT	2	4	-0.5900	0.2440	32	-2.42	0.0215
TRT	3	4	-0.07000	0.2440	32	-0.29	0.7760

ANEXO 21. Cuadro A21. ANDEVA. Composición botánica (%) al inicio en una pastura a base de kikuyo.

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRT	3	12	0.75	0.5447

ANEXO 22. Cuadro A22. Medias y comparación de medias – Composición botánica (%) al inicio en una pastura a base de kikuyo.

Least Squares Means

Effect	TRT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRT	1	92.0000	2.7839	15	33.05	<.0001
TRT	2	88.0000	2.7839	15	31.61	<.0001
TRT	3	93.0000	2.7839	15	33.41	<.0001
TRT	4	92.0000	2.7839	15	33.05	<.0001

Differences of Least Squares Means

Effect	TRT	_TRT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRT	1	2	4.0000	3.6286	12	1.10	0.2919
TRT	1	3	-1.0000	3.6286	12	-0.28	0.7876
TRT	1	4	5.86E-14	3.6286	12	0.00	1.0000
TRT	2	3	-5.0000	3.6286	12	-1.38	0.1934
TRT	2	4	-4.0000	3.6286	12	-1.10	0.2919
TRT	3	4	1.0000	3.6286	12	0.28	0.7876

ANEXO 23. Cuadro A23. ANDEVA. Composición botánica (%) al final en una pastura a base de kikuyo.

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRT	3	12	6.29	0.0082

ANEXO 24. Cuadro A24. Medias y comparación de medias – Composición botánica (%) al inicio en una pastura a base de kikuyo.

Least Squares Means

Effect	TRT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRT	1	79.0000	3.4278	8.87	23.05	<.0001
TRT	2	89.0000	3.4278	8.87	25.96	<.0001
TRT	3	93.0000	3.4278	8.87	27.13	<.0001
TRT	4	89.0000	3.4278	8.87	25.96	<.0001

Differences of Least Squares Means

Effect	TRT	_TRT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRT	1	2	-10.0000	3.3665	12	-2.97	0.0117
TRT	1	3	-14.0000	3.3665	12	-4.16	0.0013
TRT	1	4	-10.0000	3.3665	12	-2.97	0.0117
TRT	2	3	-4.0000	3.3665	12	-1.19	0.2577
TRT	2	4	0	3.3665	12	0.00	1.0000
TRT	3	4	4.0000	3.3665	12	1.19	0.2577

ANEXO 25. Cuadro A25. ANDEVA. Composición botánica (%) la diferencia entre inicio y final en una pastura a base de kikuyo.

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRT	3	12	3.00	0.0726

ANEXO 26. Cuadro A26. Medias y comparación de medias – Composición botánica (%) la diferencia entre inicio y final en una pastura a base de kikuyo.

Least Squares Means

Effect	TRT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRT	1	-13.0000	3.8406	15.7	-3.38	0.0039
TRT	2	1.0000	3.8406	15.7	0.26	0.7980
TRT	3	0	3.8406	15.7	0.00	1.0000
TRT	4	-3.0000	3.8406	15.7	-0.78	0.4463

Differences of Least Squares Means

Effect	TRT	_TRT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
TRT	1	2	-14.0000	5.2202	12	-2.68	0.0200
TRT	1	3	-13.0000	5.2202	12	-2.49	0.0284
TRT	1	4	-10.0000	5.2202	12	-1.92	0.0795
TRT	2	3	1.0000	5.2202	12	0.19	0.8513
TRT	2	4	4.0000	5.2202	12	0.77	0.4583
TRT	3	4	3.0000	5.2202	12	0.57	0.5761