

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE LA
PRODUCCIÓN FORRAJERA Y BROMATOLOGÍA DEL PASTO**
Brachiaria brizantha cv. Piatá.

ESTUDIANTE: ROBERTO SAAVEDRA F.

8-833-1993

CIUDAD DE PANAMÁ, PANAMÁ
REPÚBLICA DE PANAMÁ

2015

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE LA
PRODUCCIÓN FORRAJERA Y BROMATOLOGÍA DEL PASTO**
Brachiaria brizantha cv. Piatá.

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDA PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O
PARCIAL DEBE SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS.**

APROBADO:

ING. EDGAR POLO MSc.

DIRECTOR

DR. FRANCISCO MORA

ASESOR

ING. SEBASTIÁN URIETA MSc.

ASESOR

CIUDAD DE PANAMÁ, PANAMÁ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2015

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primeramente a mi familia en general, pues siempre han estado apoyándome y animándome para seguir adelante con los estudios de esta carrera y la finalización de este trabajo.

Agradecer igualmente al Comité de Tesis, al director Ing. Edgar Polo, por su tiempo invertido, invaluable guía y múltiples consejos. Igualmente agradecer enormemente a profesores asesores Dr. Francisco Mora y el Ing. Sebastián Urieta, por su tiempo invertido en este trabajo, por sus conocimientos brindados y proporcionar medios sin el cual se pudiera realizar este trabajo de tesis.

Además debo agradecer enormemente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias por la facilitación de sus laboratorios y los reactivos para la determinación de muchas variables de este ensayo. Asimismo a los profesores Albis Gallardo y Berta Carrera por sus atención, paciencia y ayuda en la realización de los análisis de determinación de muchas variables. Además agradecer a la Lic. Milagros Castillo por la ayuda en la realización de los modelos estadísticos.

También quiero agradecer al I.P.T. México-Panamá por proporcionar el terreno donde se ubicó la parcela experimental, y agradecer especialmente al Sr. Hipólito por su ayuda incondicional en los trabajos de muestreo y de mantenimiento de la parcela.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo primeramente a mis padres, Roberto y Ernestina, por su innegable y dedicado apoyo e inspiración a lo largo de mi vida, además de mis hermanos Félix y Ramsés, por su apoyo y ayuda a lo largo del tiempo.

También sin olvidar al resto de mi familia, por sus consejos y su cariño a lo largo de este trayecto.

También hacer una dedicatoria especial a mis compañeros de clases, que a lo largo de este recorrido académico, hemos compartido gratos momentos y conocimientos.

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE LA PRODUCCIÓN FORRAJERA Y BROMATOLOGÍA DEL PASTO *Brachiaria brizantha* cv. Piatá.

Seis niveles diferentes de nitrógeno (0 kg N/ha o testigo, 50, 73, 100, 125 y 150 kg N/ha), suministrados mediante el fertilizante nitrogenado urea (46% N), fueron aplicados al pasto *Brachiaria brizantha* cv. Piatá, mediante un Diseño experimental de Bloques Completamente Aleatorizados en Parcelas Divididas con cuatro repeticiones y tres cortes a cada treinta días. El ensayo experimental se realizó en el periodo comprendido entre junio y septiembre del 2015 en las instalaciones del I.P.T. México-Panamá, ubicado en la localidad de Tanara, distrito de Chepo, provincia de Panamá.

Como variables a evaluar, se estudió la altura de planta (cm.), superficie de cobertura (%), contenido de materia seca (%), rendimiento de materia seca por hectárea (kg/ha), contenido de proteína cruda (%), contenido de cenizas (%), contenido de fósforo (%), contenido de calcio (%) y magnesio (%). Los resultados obtenidos evidenciaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en los cortes y fertilización nitrogenada para las variables altura de planta, superficie de cobertura, rendimiento de materia seca, contenido de proteína cruda y ceniza. Diferencias significativas ($P < 0.05$) fueron encontradas en los cortes sin mostrar diferencias entre los tratamientos nitrogenados en variables como contenido de materia seca y fósforo, debido principalmente por las condiciones de humedad

presentes en el área del ensayo. Las variables contenido de calcio y magnesio no mostraron diferencias con respecto a los cortes y la fertilización nitrogenada.

Palabras clave: Urea, Piatá, Rendimiento de Materia Seca, cenizas.

ÍNDICE

INDICE DE CUADROS	xii
INDICE DE FIGURAS	xiv
INDICE DE ANEXOS	xvii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA A INVESTIGAR	1-3
1.2 ANTECEDENTES	4-5
1.3 JUSTIFICACIÓN	6-7
1.4 OBJETIVOS	8
1.4.1 GENERALES	
1.4.2 ESPECÍFICOS	
1.5 HIPÓTESIS	9
1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO	10
2. REVISIÓN DE LITERATURA	11

2.1	CARACTERÍSTICAS DEL GÉNERO <i>Brachiaria spp.</i>	11-12
2.2	CARACTERÍSTICAS DE <i>Brachiaria brizantha</i>	12-13
2.3	CARACTERÍSTICAS DEL PIATÁ	14
2.3.1	RENDIMIENTO DE MATERIA SECA	15-17
2.3.2	ALTURA DE PLANTA	17-18
2.3.3	SUPERFICIE DE COBERTURA DE PASTO	19-20
2.4	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS FORRAJES	20-21
2.4.1	CONTENIDO DE MATERIA SECA	21
2.4.2	CONTENIDO DE NITRÓGENO (N) Y PROTEÍNA	22-24
2.4.3	CONTENIDO DE MINERALES O CENIZA	24-25
2.4.4	CONTENIDO DE FÓSFORO	25
2.4.5	CONTENIDO DE MAGNESIO	26
2.5	FACTORES CLIMÁTICOS QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO Y CALIDAD DE LOS PASTOS	26-27
2.5.1	TEMPERATURA	27-28
2.5.2	LUZ	28-30
2.5.3	HUMEDAD	30-32
2.6	FACTORES DE MANEJO QUE AFECTAN LOS FORRAJES	32

2.7	EFEECTO DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA	32-35
2.7.1	UREA	35-36
2.8	EFEECTO DE PASTOREO O CORTE	36-37
3.	MATERIALES Y METODOS	38
3.1	UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	38
3.2	ANÁLISIS DE SUELO	38-39
3.3	PRECIPITACIÓN	39-42
3.4	DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO	42-43
3.5	PREPARACIÓN DE SUELO Y ESTABLECIMIENTO DE PARCELA	43-44
3.6	RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	44
3.7	MODELO ESTADÍSTICO	45
3.8	PARÁMETROS A EVALUAR	46
3.8.1	ALTURA DE PLANTA	46
3.8.2	SUPERFICIE DE COBERTURA	46
3.8.3	RENDIMIENTO DE MATERIA SECA	47

3.8.4	CONTENIDO DE MATERIA SECA	47-49
3.8.5	PROTEÍNA CRUDA	49
3.8.6	CENIZA	49
3.8.7	FÓSFORO	50
3.8.8	CALCIO Y MAGNESIO	50
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
4.1	RENDIMIENTO DE MATERIA SECA	51-54
4.2	SUPERFICIE DE COBERTURA	54-57
4.3	ALTURA DE LA PLANTA (cm.)	57-60
4.4	CONTENIDO DE MATERIA SECA (%)	60-63
4.5	CONTENIDO DE PROTEÍNA CRUDA	63-66
4.6	CENIZA	66-69
4.7	FÓSFORO	69-72
4.8	CALCIO Y MAGNESIO	72-76
5.	CONCLUSIONES	77-78

6.	RECOMENDACIONES	79
7.	BIBLIOGRAFÍA	80-84
8.	ANEXOS	85-103

INDICE DE CUADROS

CUADRO I. PRODUCCIÓN ESTACIONAL DE MATERIA SECA (Kg/Ha) DE CULTIVARES <i>Brachiaria</i> EN TOCUMEN, PANAMÁ. 2010.	5
CUADRO II. EFECTO DE LA ALTURA Y FRECUENCIA DE CORTE SOBRE EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (KILOGRAMOS/HECTÁREA) DE LA <i>Brachiaria brizantha</i> cv. PIATÁ	16
CUADRO III. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO DEL AREA DEL ENSAYO EXPERIMENTAL (TANARA, CHEPO).	39
CUADRO IV. TABLA DE PRECIPITACIONES REGISTRADAS EN EL 2015 EN TANARA, CHEPO, PROPORCIONADOS POR EL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA DE PANAMÁ (IDIAP).	41
CUADRO V. ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatá.	52
CUADRO VI. ANALISIS DE VARIANZA DE COBERTURA DEL PASTO <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatá.	55

CUADRO VII. ANÁLISIS DE VARIANZA DE ALTURA DE LA PLANTA DEL PASTO <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatá.	58
CUADRO VIII. ANALISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DE MATERIA SECA (%) DEL PASTO <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatá.	61
CUADRO IX. ANALISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DE PROTEINA (%) DEL PASTO <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatá.	64
CUADRO X. ANALISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DE CENIZA (%) DEL PASTO <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatá	67
CUADRO XI. ANALISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DE FÓSFORO (%) DEL PASTO <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatá	70
CUADRO XII. ANALISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DE CALCIO (%) DEL PASTO <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatá.	73
CUADRO XIII. ANALISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DE MAGNESIO (%) DEL PASTO <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatá.	74

INDICE DE FIGURAS

FIGURA I. PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA EN FUNCIÓN DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL PASTO PIATÁ.	39
FIGURA II. CLASIFICACIÓN DE CLIMAS DE PANAMÁ SEGÚN A. MCKAY: AÑO 2000.	40
FIGURA III. GRÁFICO DE PRECIPITACIÓN ACUMULADA (mm) ANTES DE LOS CORTES EN EL ÁREA DE TANARA, CHEPO.	42
FIGURA IV. RESPUESTA EN EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA A LA APLICACIÓN DE NITROGENO EN <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatá	53
FIGURA V. RESPUESTA EN EL RENDIMIENTO DE LA MATERIA SECA POR HECTÁREA A LOS CORTES EN <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatá.	54
FIGURA VI. RESPUESTA DE LA COBERTURA (%) A LA APLICACIÓN DE NITROGENO EN <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatá.	56
FIGURA VII. RESPUESTA DE LA COBERTURA (%) A LOS CORTES EN <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatá.	57
FIGURA VIII. RESPUESTA DE LA ALTURA DE PLANTA (cm.) A LA APLICACIÓN DE NITROGENO EN <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatá	59

FIGURA IX. EFECTO DEL CORTE SOBRE LA ALTURA DE PLANTA (cm.) EN <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatá	60
FIGURA X. RESPUESTA DEL CONTENIDO DE MATERIA SECA (%) A LA APLICACIÓN DE NITROGENO EN <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatá	62
FIGURA XI. EFECTO DE LOS CORTES SOBRE EL CONTENIDO DE MATERIA SECA.	63
FIGURA XII. RESPUESTA DEL CONTENIDO DE PROTEINA CRUDA (%) A LA APLICACIÓN DE NITROGENO EN <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatá	65
FIGURA XIII. EFECTO DE LOS CORTES SOBRE LA PROTEÍNA CRUDA EN EL PASTO <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatá.	66
FIGURA XIV. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITRÓGENADA SOBRE EL CONTENIDO DE CENIZA EN <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatá	68
FIGURA XV. EFECTO DE LOS CORTES SOBRE EL CONTENIDO DE CENIZA EN EL PASTO <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatá.	69
FIGURA XVI. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL CONTENIDO DE FOSFORO (%) DE LA <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatá.	71

FIGURA XVII. EFECTO DE LOS CORTES SOBRE EL CONTENIDO DE FÓSFORO (%) DE LA <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatá	72
FIGURA XVIII. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL CONTENIDO DE CALCIO (%) EN EL PASTO Piatá.	74
FIGURA XIX. EFECTO DE LOS CORTES SOBRE LOS CONTENIDOS DE CALCIO (%) EN EL <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatá.	75
FIGURA XX. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL CONTENIDO DE MAGNESIO (%) EN <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatá.	75
FIGURA XXI. EFECTO DE LOS CORTES EN EL CONTENIDO DE MAGNESIO (%) EN <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatá.	76

INDICE DE ANEXOS

ANEXO I. CUADRO DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL ENSAYO EXPERIMENTAL	85
ANEXO II. ARADO DEL SUELO.	85
ANEXO III. LIMPIEZA DEL TERRENO	86
ANEXO IV. SIEMBRA DE LA PARCELA	86
ANEXO V. PARCELA DEL PASTO PIATÁ ESTABLECIDA	87
ANEXO VI. NIVELACIÓN DE PARCELA	87
ANEXO VII. PARCELA NIVELADA	88
ANEXO VIII. FERTILIZACIÓN CON UREA	89
ANEXO IX. MEDICIÓN DE ALTURA DE PLANTA	89
ANEXO X. CORTE DE MATERIA VERDE	90
ANEXO XI. PESAJE DE MATERIA VERDE.	90
ANEXO XII. CORTE DE SUBMUESTRA PARA DETERMINACIÓN DE MATERIA SECA.	91
ANEXO XIII. SECADO DE SUBMUESTRA EN HORNO A 65 °C	91
ANEXO XIV. PESAJE DE MUESTRA EN BALANZA ANALÍTICA.	92

ANEXO XV. INCINERACIÓN DE MUESTRAS PARA DETERMINACIÓN DE CENIZAS.	92
ANEXO XVI. DIGESTIÓN (A), DESTILACIÓN (B) Y TITULACIÓN (C) DE MUESTRA PARA DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO POR MÉTODO KJELDAHL.	93
ANEXO XVII. PREPARACIÓN DE DILUCIONES Y LECTURA DE MACRONUTRIENTES POR MEDIO DE APARATO DE ABSORCIÓN ATÓMICA	94
ANEXO XVIII. CUADRO DE EFECTO DE LOS CORTES SOBRE EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA POR HECTÁREA.	95
ANEXO XIX. CUADRO DE EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA POR HECTÁREA.	95
ANEXO XX. EFECTO DE LOS CORTES SOBRE LA COBERTURA DE LA PASTURA.	96
ANEXO XXI. CUADRO DE EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE COBERTURA DE LA PASTURA.	96
ANEXO XXII. CUADRO DE EFECTO DE LOS CORTES SOBRE LA ALTURA DE PLANTA.	96

ANEXO XXIII. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE LA ALTURA DE PLANTA.	97
ANEXO XXIV. CUADRO DE EFECTO DE LOS CORTES SOBRE LA PROTEÍNA CRUDA DEL FORRAJE.	97
ANEXO XXV. CUADRO DE EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN NITRÓGENADA SOBRE LA PROTEÍNA CRUDA DEL FORRAJE.	98
ANEXO XXVI. CUADRO DE EFECTO DE LOS CORTES SOBRE EL CONTENIDO (%) DE MATERIA SECA DEL FORRAJE.	98
ANEXO XVII. PREPARACIÓN DE DILUCIONES Y LECTURA DE MACRONUTRIENTES POR MEDIO DE APARATO DE ABSORCIÓN ATÓMICA	94
ANEXO XVIII. CUADRO DE EFECTO DE LOS CORTES SOBRE EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA POR HECTÁREA.	95
ANEXO XIX. CUADRO DE EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA POR HECTÁREA.	95
ANEXO XX. EFECTO DE LOS CORTES SOBRE LA COBERTURA DE LA PASTURA.	96

ANEXO XXI. CUADRO DE EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE COBERTURA DE LA PASTURA.	96
ANEXO XXII. CUADRO DE EFECTO DE LOS CORTES SOBRE LA ALTURA DE PLANTA.	96
ANEXO XXIII. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE LA ALTURA DE PLANTA.	97
ANEXO XXIV. CUADRO DE EFECTO DE LOS CORTES SOBRE LA PROTEÍNA CRUDA DEL FORRAJE.	97
ANEXO XXV. CUADRO DE EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN NITRÓGENADA SOBRE LA PROTEÍNA CRUDA DEL FORRAJE.	98
ANEXO XXVI. CUADRO DE EFECTO DE LOS CORTES SOBRE EL CONTENIDO (%) DE MATERIA SECA DEL FORRAJE.	98
ANEXO XXVII. CUADRO DE EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL CONTENIDO (%) DE MATERIA SECA DEL FORRAJE.	99
ANEXO XXVIII. CUADRO DE EFECTO DE LOS CORTES SOBRE EL PORCENTAJE (%) DE CENIZA EN EL FORRAJE.	99

ANEXO XXIX. CUADRO DE EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL PORCENTAJE (%) DE CENIZA EN EL FORRAJE.	100
ANEXO XXX. CUADRO DE EFECTO DE LOS CORTES SOBRE EL CONTENIDO (%) DE FÓSFORO EN EL FORRAJE	100
ANEXO XXXI. CUADRO DE EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL CONTENIDO (%) DE FÓSFORO EN EL FORRAJE	101
ANEXO XXXII. CUADRO DE EFECTO DE LOS CORTES SOBRE EL CONTENIDO (%) DE CALCIO EN EL FORRAJE.	101
ANEXO XXXIII. CUADRO DE EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL CONTENIDO (%) DE CALCIO EN EL FORRAJE.	102
ANEXO XXXIV. CUADRO DE EFECTO DE LOS CORTES SOBRE EL CONTENIDO (%) DE MAGNESIO EN EL FORRAJE.	102
ANEXO XXXV. CUADRO DE EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL CONTENIDO (%) DE MAGNESIO EN EL FORRAJE.	103
ANEXO XXXVI. CLASIFICACION DEL VALOR NUTRITIVO DE LOS FORRAJES EXPRESADOS EN BASE SECA SEGÚN FUDGE Y FRAPS (1974).	103

1. INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA A INVESTIGAR

Uno de los retos de los investigadores de forrajes tropicales, es la búsqueda de especies de alta calidad nutritiva con características agrónomicas sobresalientes que respondan a la diversidad del paisaje ganadero, representando por climas y suelos diferentes, que sean resistentes a plagas y enfermedades comunes en los pastos, y que causan pérdidas en los mismos (**Polo, 2014**).

Los pastizales constituyen el principal alimento para los rumiantes, especialmente en el trópico, donde la producción de granos es deficitaria y éstos deben ser importados masivamente de las zonas templadas para suplementar la dieta humana y animal. El trópico seguirá dependiendo de los pastos para sostener su ganadería y para atender la demanda de proteína animal, en forma de carne y leche, de una población en constante crecimiento. (**Bernal y Espinoza, 2003**).

Los pastos constituyen la principal fuente de nutrimentos para la alimentación del ganado bovino en las regiones tropicales. Sin lugar a dudas, el principal atributo de los pastos tropicales es su gran capacidad para producir materia seca, lo que los hace ideales para suministrar proteína, energía, minerales, vitaminas y fibra al ganado bovino especializado en la producción de leche, así como al de doble

propósito y de carne. La gran capacidad que tienen los forrajes tropicales para producir biomasa se debe a que son C4; o sea que sus procesos fotosintéticos son muy eficientes; a que su selección estuvo orientada hacia la producción de materia seca y a que se desarrollan en regiones geográficas donde la irradiación solar y la temperatura ambiente les permite crecer en forma más o menos continua durante todo el año (siempre y cuando dispongan de suficiente humedad) (*Minson, 1990 y Van Soest, 1994; citado por Sánchez, 2007*). Por ello, nos urge encontrar especies forrajeras que nos permitan obtener rendimientos aceptables de forraje y buen contenido nutricional teniendo en cuenta nuestras condiciones climáticas y edáficas.

Una de esas gramíneas son las del género *Brachiaria*, que son conocidas sobre el prisma de la forragicultura en Panamá desde la década de 1950. Sin embargo, la verdadera expansión de este género se dio en las décadas del '70 y '80, principalmente en las regiones de clima más caliente. Las plantas de este género se adaptan a variadas condiciones de suelo de baja y mediana fertilidad y clima, donde proporcionan producciones satisfactorias de forraje (*Polo, 2012*).

En Panamá, según el **VII Censo Nacional Agropecuario de la Contraloría General de la República de Panamá (2011)**, las superficies dedicadas a pasturas abarcan un total de 1 537 327,99 has, de las cuales un 37,03% (569 303,80) son constituidos de pastos mejorados, principalmente de la variedad *Brizantha* (*Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola*), un 14,77% (227 051,73 has.) son de pasturas nativas, un 46,31% (711 981,29 has.) son de pasturas tradicionales, principalmente de los pastos

faragua (*Hyparrhenia rufa*), ratana (*Ischaemun inducus*), variedad Indiana o Guinea (*Panicum maximum*) entre otras variedades y un 1,89% (28 991,17 has.) son de pastos de corte, principalmente de variedades mejoradas del *P. máximum* y *Pennisetum purpureum*.

Hay varios estudios sobre la influencia de la fertilización nitrogenada para la mayoría de las especies forrajeras tropicales. Sin embargo, carecen de información acerca de la influencia de la fertilización para optimizar la producción de pastos de forraje de *Brachiaria brizantha* cv. Piata. Se sabe que el fertilizante, especialmente nitrógeno es de importancia fundamental para el aumento de la producción de biomasa. Muchos investigadores informan de la aparición de una mayor biomasa mediante el uso de nitrógeno (*Oliva, 2002; Garcez, Neto, 2002, citado por Liberato et al. 2009*).

En nuestro país se han hecho estudios del rendimiento del cultivar Piatá, como los realizados y publicados por Polo y Ríos en 2012, en el que consiste la producción de Materia Seca (MS) por hectárea con respecta a otros cultivares de *B. brizantha*, como la Toledo, Decumbens, Mulato II y Marandú.

1.2 ANTECEDENTES

El pasto *Brachiaria brizantha* cv. **Piatá** es una gramínea nueva, liberada en el 2007 por la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA), en conjunto con la Asociación de Mejoramiento para el Fomento de Investigación en Forrajas Tropicales (UNIPASTO), obteniéndose buenos resultados en investigaciones llevadas a cabo en otros países como Brasil. Originalmente fue colectada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) de Colombia, entre los años 1984 y 1985, en la región de Welega, Etiopía, en colaboración con el Internacional Livestock Center for África.

En Panamá es poco lo que se conoce respecto a los rendimientos de *Brachiaria brizantha* cv. **Piatá** en nuestros suelos. Es de fundamental importancia que con este trabajo se pueda conocer cómo se comporta esta pastura, bajo las diferentes condiciones edáficas y climáticas que presenta nuestro país, específicamente en el este de la república. El nombre **Piatá** es de origen tupi-guaraní que significa fortaleza, y fue dado a dicho pasto por sus características de robustez y productividad (**Polo 2012**).

Sus cualidades forrajeras fueron comprobadas por evaluaciones realizadas en diversas regiones pecuarias de Brasil, presentando comportamiento similares a cultivares como la Xaraes y Marandú. Estudios como el realizado y publicado por **E. Polo en 2012** en el Centro de Enseñanza e Investigaciones Agropecuarias de Tocumen de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, localizada a 09°03' latitud norte y 79°22' longitud oeste, con elevación

de 14 m.s.n.m. y con suelos con una textura franco arcillosa, pH de 4,5y un contenido de Materia Seca de 2,0, con respecto a la medición del rendimiento de Materia Seca en kilogramos por hectárea (kg/ha) del la variedad de ***Brachairia brizantha*** cv. Piatá con respecto a otras variedades de pastos cultivadas en Panamá como ***Brachiaría decumbens***, ***Brachiaría brizantha*** cv. Marandú, ***B. brizantha*** cv. Toledo y ***B. híbrido Mulato II***, en el cual se realizaban cortes cada 30 días y fertilización de 150 kg/ha de Urea a todas las unidades muestrales y no se encontró una diferencia marcada en el rendimiento de forraje entre todas las variedades de pastos evaluadas (**Ver Cuadro I**).

CUADRO I. PRODUCCIÓN ESTACIONAL DE MATERIA SECA (KG/HA) DE CULTIVARES *BRACHIARIA* EN TOCUMEN, PANAMÁ. 2010.

Cultivares	Rendimiento en Materia Seca (kg/ha)
<i>Brachiaría brizantha</i> cv. Toledo	3883
<i>Brachiaría híbrido Mulato II</i>	3534
<i>Brachiaría decumbens</i>	3143
<i>Brachiaría brizantha</i> cv. Piatá	3094
<i>Brachiaría brizantha</i> cv. Marandú	2991

Fuente: Polo, 2011

1.3 JUSTIFICACIÓN

La alimentación y nutrición es de suma importancia para obtener una producción animal eficiente, ya que nos permite suministrar los nutrientes necesarios según los requerimientos nutricionales de cada especie que permite una mayor producción. En el caso de los rumiantes, las pasturas son una herramienta valiosa para estas especies, ya que estas tienen una capacidad fisiológica para aprovechar el forraje mediante su estómago compartimentalizado y la fermentación microbiana que permite aprovechar los altos niveles de fibra cruda propios de los pastos. Además, es una ventaja económica, debido a que los pastos conllevan un menor costo de producción que otros alimentos usados para estas especies.

Por ellos, nos urge encontrar especies forrajeras adaptadas al trópicas, donde las condiciones bioclimáticas permiten una gran producción de biomasa, pero una calidad nutritiva menor que especies forrajes de climas templados. En Panamá, donde tradicionalmente se ha realizado la ganadería extensiva, donde se usan grandes cantidades de tierra para pastoreo directo de los animales, es de vital importancia la utilización de cultivares resistentes al pisoteo de animales y que suplan los nutrimentos necesarios para tener rendimientos de carne y leche.

Por ello, las ciencias agronómicas dedican recursos en la investigación con la finalidad de encontrar y mejorar genéticamente especies forrajeras, para mejorar

nuestros sistemas productivos. Una de esas especies forrajeras es la ***Brachiaria brizantha***, de la cual han salido varios cultivares ampliamente usados en la ganadería mundial y en nuestro país.

Uno de esos cultivares más recientes es el Piatá, liberado en Brasil por la EMBRAPA en el 2007, es una especie prometedora debido a su buena producción de biomasa, amplia adaptación a suelos ácidos, y ha mejorado su adaptación a suelos pocos drenados, por lo que es necesario hacerle investigaciones de adaptación y rendimientos en nuestras condiciones, especialmente la respuesta de este pasto al nitrógeno, ya que es un elemento fundamental asociado a la formación de proteína, elemental para la alimentación animal, ya que este es necesaria para muchas reacciones metabólicas y está relacionada con la producción de carne en los animales. También es importante medir el rendimiento con respecto a la frecuencia de corte, ya que la estructura y el rendimiento está influenciado significativamente por la acción de gestión, caracterizado por las cortes o pastoreo de intensidad y de frecuencia, es imperativo para evaluar el efecto de diferentes edades de corte sobre estas variables.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL:

- Evaluar el comportamiento y rendimiento de la ***Brachiaria brizantha* cv. Piatá** sometido a distintos niveles de fertilización nitrogenada.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Cuantificar la productividad y la calidad bromatológica del ***B. brizantha* cv. Piatá** con respecto a los distintos tratamientos de fertilización.
- Comparar los distintos resultados de productividad tales como altura de plantas, superficie de cobertura y rendimiento de materia seca por hectárea con respecto a los distintos tratamientos aplicados de fertilización nitrogenada.
- Comparar los resultados de porcentaje de contenido de materia seca, proteína cruda, fósforo, cenizas, calcio y magnesio con respecto a los distintos tratamientos aplicados con diferentes niveles de fertilización nitrogenada y corte.

1.5 HIPÓTESIS

Hipótesis alterna: Ha; Hipótesis nula: Ho

- Ha: Existe diferencia significativa entre las Alturas de Planta, Porcentaje de Cobertura, Rendimiento de Materia Seca, Porcentaje de Materia Seca, Proteína, Fósforo, Calcio, Magnesio y Nivel de Cenizas evaluadas con respecto a los niveles de fertilización nitrogenada.
- Ha: Existe diferencia significativa entre las Alturas de Planta, Porcentaje de Cobertura, Rendimiento de Materia Seca, Porcentaje de Materia Seca, Proteína, Fósforo, Calcio, Magnesio y Nivel de Cenizas evaluadas con respecto a la frecuencia de corte.
- Ho: No existe diferencia significativa entre Alturas de Planta, Porcentaje de Cobertura, Rendimiento de Materia Seca, Porcentaje de Materia Seca, Proteína, Fósforo, Calcio, Magnesio y Nivel de Cenizas evaluadas con respecto a los niveles de fertilización nitrogenada.
- Ho: No existe diferencia significativa entre las Alturas de Planta, Porcentaje de Cobertura, Rendimiento de Materia Seca, Porcentaje de Materia Seca, Proteína, Fósforo, Calcio, Magnesio y Nivel de Cenizas evaluadas con respecto a la frecuencia de corte.

1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

1.6.1 ALCANCES DEL ESTUDIO:

Este trabajo busca hacer un estudio a una pastura de reciente entrada al país, como lo es el cultivar Piatá, una variedad de *Brachiaria brizantha*, al evaluar sus rendimientos con diferentes niveles de fertilización nitrogenada y a la frecuencia de corte, dando un referente de su producción y adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas de nuestro país. Además, sería un referente a otras investigaciones en relación de este pasto.

1.6.2 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

En este estudio sólo se aplicará fertilización nitrogenada, omitiendo a otros elementos esenciales para el desarrollo de la planta tales como el fósforo, potasio y el calcio. Además, la altura de corte, que puede dar referente a qué altura del pasto pueden consumir los animales en potrero, queda fuera del estudio, pudiendo ser realizado en otras investigaciones.

1. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CARACTERÍSTICAS DEL GÉNERO *Brachiaria spp.*

Brachiaria spp., como las restantes especies de gramíneas, pertenece al reino *Cormobionta*; división *Magnoliophyta*; clase *Magnoliopsida*, subclase *Commelinidae*; orden *Poales*; familia *Poaceae*. Estas especies en particular se encuentran ubicadas en la subfamilia *Panicoideae*; tribu *Paniceae* (*Catasús, 1997*)

En las gramíneas las plantas constan de numerosas macollas de diferentes edades y tamaños. Durante casi todo el año las macollas permanecen en estado vegetativo. En esta etapa el punto de crecimiento, desde donde se producen nuevas hojas y macollas hijas, se encuentra protegido por las vainas de las hojas formando un falso tallo (pseudotallo). Dicho punto de crecimiento se encuentra muy cerca del nivel del suelo, lo cual permite a las gramíneas soportar el pastoreo con mayores ventajas que otras plantas forrajeras (*Carámbula, 1997, citado por Zachrisson, 2013*).

Se caracterizó las especies del género *Brachiaria* como gramíneas anuales o perennes, de porte erecto, decumbentes, esparcidas o estoloníferas. Los tallos o culmos a menudo son enraizados en los nudos inferiores, y en las de tipo perenne usualmente emergen de una base algo rizomático-anudada. El haz es

plano, lineal o lineal-lanceolada. Puede ser glabra o pilosa, con vainas foliares cercanas y sobrepuestas. La lígula se presenta como una membrana estrecha que puede ser vellosa o membranácea con borde ciliado. La inflorescencia se puede presentar como panícula racemosa o como una panoja, cuyos raquis se observan de modo solitario o distribuido de una forma más o menos piramidal. (**Anon, 1989, citado por Olivera et al. 2006**).

Dentro de este género hay muchas especies de forrajes utilizados dentro de la alimentación animal, tales como la ***Brachiaria humidicola***, ***Brachiaria ruzizinensis***, ***Brachiaria decumbens***, ***Brachiaria arrecta***, ***Brachiaria brizantha*** y otras.

2.2 CARACTERÍSTICAS DE *Brachiaria brizantha*.

Entre las accesiones de esta especie existen materiales de diferentes hábitos de crecimiento; pueden ser plantas erectas y rastreras. Las hojas pueden ser con vellosidades o sin vellosidades (glabras). Algunas plantas se propagan por rizomas y otras por estolones (**Olivera et al. 2006**).

Olivera et al (2006) reporta que el ***B. brizantha*** es una especie perenne, que presenta macollas vigorosas, de hábito erecto o semierecto, con tallos que alcanzan hasta 2,0 m de altura. Los rizomas horizontales son cortos, duros y curvos, cubiertos por escamas glabras, de color amarillo a púrpura. Las raíces

son profundas, lo que le permite sobrevivir bien durante períodos prolongados de sequía. Estas son de color blanco-amarillento y de consistencia blanda. Los culmos erectos o suberectos son escasamente ramificados, con seis a 14 internodios de 10 a 34 cm de longitud, cilíndricos, ovalados, de color verde o morado y también son glabros. Los nudos pueden ser glabros o poco pilosos, de color morado. Los limbos son verdes y largos, de 20 a 75 cm de longitud y de 0,8 a 2,4 cm en la parte más ancha; pueden ser lineales o lanceolados, adelgazando hacia el ápice, con los bordes de color blanco a morado y fuertemente dentados. Se manifiestan glabros o pilosos generalmente hacia la base. La lígula es membranácea-ciliada, de 2 mm de longitud. La vaina, de 10 a 23 cm de longitud, es más corta que los internodios y de color verde, ocasionalmente con tonalidades moradas hacia los bordes, desde glabra hasta glabrescente. La inflorescencia es en forma de panícula racemosa, de 34 a 87 cm de longitud, con el eje principal estriado, glabro o piloso, con uno a 17 racimos solitarios, unilaterales y rectos, de 8 a 22 cm de longitud.

Los pastos del género *Brachiaria* crecen desde el nivel del mar hasta los 2.200 metros. Está muy bien adaptada al clima cálido y es resistente a las sequías y las quemas. Prospera bien en zonas de alta precipitación. Es resistente al pisoteo y soporta bien las condiciones de suelo ácido, rico en hierro y aluminio y pobres en nutrimentos (**Bernal, 1991, citado por Zachrisson 2013**).

Dentro de este pasto hay muchas variedades y cultivares, tales como el Marandú, Xaraes, La Libertad, Toledo, Piatá y otros.

2.3 CARACTERÍSTICAS DEL *Brachiaria brizantha* cv. Piatá.

Las plantas crecen en posición vertical y de crecimiento macollado, de tamaño mediano, con una altura entre 0,85 my 1,10 m. La pastura Piata es adecuado para suelos de fertilidad media, se adapta muy bien a los suelos bien drenados y ha mejorado la tolerancia a suelos con drenaje deficiente con respecto al pasto Marandú (***EMBRAPA Gado do corte, 2008, citado por de Almeida et al. 2009***).

2.3.1 RENDIMIENTO DE MATERIA SECA:

Es la producción real en campo de un cultivo, al que se le omite la humedad. Se expresa en relación de peso/área, ya sea en kilogramos/hectárea o toneladas métricas/hectárea cuando se utiliza el Sistema Internacional de Medidas o SI, al que Panamá es adscrito.

En los intervalos de corte estudiados por Ríos y Polo (2011), en el que se estudió la capacidad productiva del cultivar Piatá con respecto a distintas frecuencias de corte y alturas de corte, se presentó una respuesta diferencial marcada sobre el rendimiento de hojas y tallos. Al aumentarse el intervalo de corte la producción de la materia seca se incrementó proporcionalmente en la planta entera (hoja+tallo). El rendimiento en la fracción hoja realizando cortes a

altura de 20 centímetros aumentó entre los 30 y 45 días a razón 4373.71 Kilogramos/materia seca/hectárea. Realizando cortes a altura de 30 centímetro el rendimiento de la hojas fue superior con un aumento en los intervalos de corte entre los 30 y 45 días de 2922.65 kilogramos/hectárea. El forraje producido a los 30 días de rebrote y en las dos alturas de corte estudiadas estuvo constituido por más del 80 por ciento de hojas y entre 13 y 18 por ciento de tallo indicando una característica positiva de aprovechamiento por los animales. Según los resultados presentados es posible deducir que a medida que se aumenta el intervalo de corte, el peso seco total aumenta lo cual se podría asociar a un mayor tiempo de recuperación de la planta para que produzca suficiente biomasa **(Ver Cuadro II)**.

CUADRO II. EFECTO DE LA ALTURA Y FRECUENCIA DE CORTE SOBRE EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (KILOGRAMOS/HECTÁREA) DE LA *Brachiaria brizantha* cv. PIATÁ.

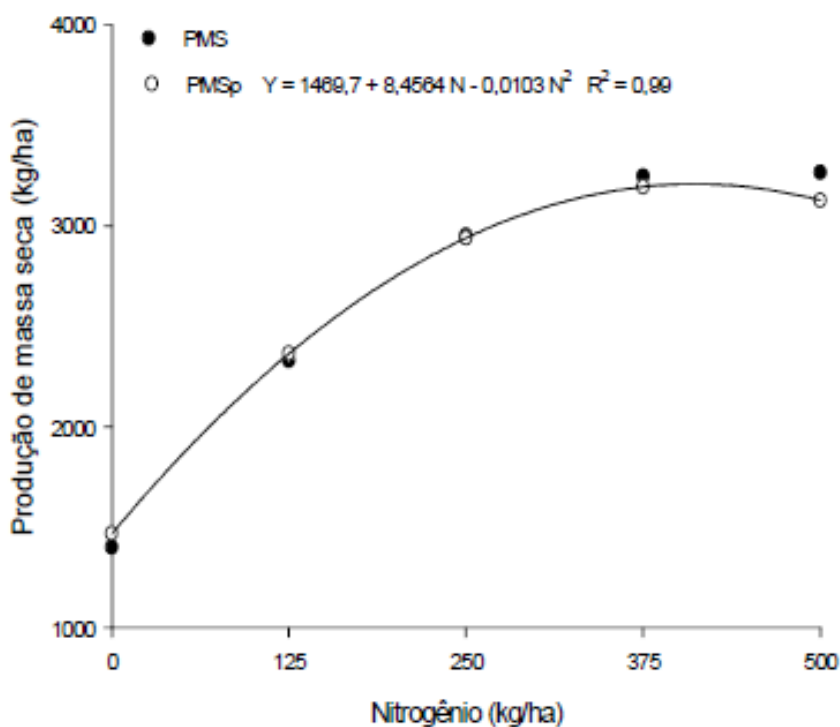
Altura de corte (cm)	Fracciones vegetales	Frecuencia de corte (días)		
		30 (kg/ha).	45 (kg/ha).	60 (kg/ha).
20	Hoja	5223.12	9596.83	9716.10
	Tallo	830.32	3994.54	5215.00
	Hoja + Tallo	6053.44	13591.37	14931.10
30	Hoja	6312.41	9235.06	12098.36
	Tallo	1464.19	3265.50	6595.13
	Hoja + Tallo	7776.60	12500.56	18693.49

Fuente: Ríos 2009.

Según un estudio realizado en Mato Grosso, Brasil por *Liberato et al. (2009)*, con respecto a la medición de la producción del Piatá sometida a distintos niveles de fertilización nitrogenada, se encontró con un aumento de Producción de Materia Seca (PMS) como hubo un aumento de la tasa de N aplicado en el pasto. El valor máximo de Producción de Materia Seca se produjo a una dosis de 411 kg / ha y fue igual a 3209 kg / ha, con un incremento del 118% en

comparación con el control sin aplicación de N, donde Producción de Materia Seca fue 1.469 kg/ha (**Ver Figura I**).

FIGURA I. PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA EN FUNCIÓN DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL PASTO PIATÁ.



Fuente: Liberato et al (2009).

2.3.2 ALTURA DE LA PLANTA

La determinación de la altura a la cual se encuentran los meristemos apicales no presenta dificultades. Se deben tener en cuenta siempre que ellos deben

presentarse a diferentes alturas de acuerdo con la especie, la época de año, el hábito de crecimiento, etc., y que las plantas podrán mostrar un comportamiento diferencial a la defoliación de acuerdo con la altura a la que se realice el pastoreo (lanar, vacuno) o el corte (diferentes máquinas cosechadoras) **(Carámbula, 1977, citado por Zachrisson, 2013).**

Según **Carámbula (1977)**, En praderas bajo pastoreo, es necesario recargar en el momento del alargamiento de entrenudos, ya que al ser eliminados por el diente las yemas apicales en estado reproductivo, se logrará anular el efecto depresivo que éstas ejercen sobre el efecto de macollaje con lo que se consigue ampliar la temporada de pastoreo. En otras palabras, si se realizan cortes o pastoreos durante la época de floración, se está controlando severamente el desarrollo de las inflorescencias y los efectos nocivos que acompañan a este proceso desaparecen, por lo que la pastura se recupera fácilmente debido a un macollaje continuo.

La lentitud con que se regenera una pastura a la cual se le ha permitido semillar se debe generalmente a la ausencia de macollas vegetativas vigorosas, ya que su rebrote depende fundamentalmente de los puntos de crecimiento durmientes, los cuales son incapaces de desarrollarse bajo el ambiente desfavorable que les imponen las condiciones estivales a través de temperaturas elevadas, niveles decrecientes de humedad e intensidades altas de luz.

2.3.3 SUPERFICIE DE COBERTURA DE PASTO.

El área foliar y las sustancias de reserva afectan el comportamiento de las diferentes especies en forma terminante. Ambas están íntimamente relacionadas entre sí, ya que la acumulación de sustancias de reserva depende del proceso de fotosíntesis y éste a su vez de la superficie foliar de las plantas.

La capacidad que posee una pastura para producir materia seca depende de la disponibilidad de nutrientes y agua, pero fundamentalmente del grado de explotación que haga de la radiación solar a través de sus hojas (**Carámbula, 1977**).

Si bien la intensidad de luz en cierta localidad depende de la ubicación geográfica, de la estación del año y de las fluctuaciones diarias; la capacidad de una planta o cultivo para interceptarla depende del hábito de crecimiento, de la forma y orientación de sus hojas, del ángulo de incidencia de luz, así como de la transmisión de la luz a través de su trama de vegetación (**Carámbula, 1977**).

Esta superficie está determinada por la intensidad de la defoliación y fundamentalmente también por el tipo de crecimiento de la especie (erecto o rastrero). Si bien el efecto causado por las defoliaciones varía con la intensidad de las mismas, también es cierto que este efecto varía entre gramíneas y leguminosas. A igual área foliar remanente, debido a la disposición de sus hojas las leguminosas interceptan más luz que las gramíneas y en consecuencia se recuperan más fácilmente. Dentro de las gramíneas también es posible

encontrar este comportamiento diferencial entre los tipos postrados y erectos. Sin embargo, a pesar de que las leguminosas y las gramíneas postradas tienen rebrotes más rápidos, alcanzan antes el límite de área foliar óptimo y en consecuencia sus rendimientos en forraje son por lo general menores que los de las gramíneas de tipo erecto. Como resultado, estas últimas presentan una producción mayor con manejos más aliviados (**Carámbula, 1977, citado por Zachrisson, 2013**).

2.4 COMPOSICIÓN QUÍMICAS DE LOS FORRAJES

En la nutrición animal es de suma importancia conocer el valor nutritivo de un determinado forraje o alimento, ya que esto nos permitirá cuantificar el mismo y poder controlar con mayor eficiencia los nutrimentos suministrados a la especies animales de determinado sistema productivo. Como lo señala **De Gracia y Gallardo (2009)**, la disponibilidad de nutrimentos en un alimento es esencialmente determinada por la composición química del alimento: primero con respecto a la concentración de los componentes disponibles y no disponibles y segundo a través de las estructuras orgánicas e inhibidores que pueden limitar la disponibilidad de sus componentes con los cuales están asociados. Existen los análisis químicos y los de la digestión in vivo e in vitro utilizando bacterias ruminales o enzimas. Esta última provee de estimaciones más directas de digestibilidad pero es más larga, cara y se indica que es menos reproducible. El

análisis proximal de la materia seca en uso por más de 100 años, se atribuye su desarrollo en Alemania a Henneberg y Stohmann, y es conocido como el método Weende.

2.4.1 CONTENIDO DE MATERIA SECA

El contenido de la materia seca es el parámetro que nos indica cual es el real potencial del pasto en el aspecto de nutrición de los animales, puesto que se define como forraje seco aquel que se le ha eliminado la humedad y por consiguiente el peso que se obtiene corresponde totalmente a los contenidos estructurales y celulares de la planta que son los que el animal finalmente utiliza como fuente nutritiva; entre los que cuales se encuentran carbohidratos estructurales, carbohidratos solubles, proteínas, minerales, vitaminas, pigmentos, entre otros.

Al momento de evaluar el comportamiento de un pasto se debe prestar mucha importancia el aspecto de producción de materia seca, el cual está influenciado por factores como la especie, edad de la planta, la altura de corte (porque el nivel de materia seca varia en diferentes partes de la planta), lo cual es fundamental a la hora de seleccionar el momento indicado para realizar el corte obteniendo los mayores aportes de forraje seco con un mayor valor nutritivo para el animal (**Guerra, 2005, citado por Zachrisson, 2013**).

2.4.2 CONTENIDO DE NITRÓGENO (N) Y PROTEÍNA.

El nitrógeno (N) es de vital importancia en la nutrición de las plantas y animal, además de que puede ser controlada por el hombre. Es el principal componente de las proteínas, y estas en las células vegetales tienen una naturaleza más funcional que estructural, ya que como describe **Tisdale y Nelson (1991)**, ya que muchas de estas son enzimas, otras son nucleoproteínas, que son catalizadores y directores del metabolismo. Además de su papel en la formación de proteínas, es parte integral de la molécula de clorofila.

Los compuestos nitrogenados más importantes de las gramíneas se encuentran en forma de proteína, aunque también pueden estar en aminoácidos, aminos y amidas. La degradación ruminal de los compuestos nitrogenados de las gramíneas suele ser elevado en forrajes inmaduros aunque descienden a medida que los forrajes maduran. El contenido de nitrógeno no proteico varía con el estado fisiológico de las plantas, cuanto más favorables son las condiciones para el crecimiento, mayor es el contenido en nitrógeno no proteico (NNP) y en nitrógeno total (**Trujillo y Uriarte, 2012, citado por Zachrisson, 2013**). Una causa común de la presencia de nitrógeno no proteico en los pastos, es que en abundantes cantidades de nitrógeno y cantidades inadecuadas de azufre, la planta tiende a acumular NNP en forma de aminoácidos, aminos,

amidas y nitratos y se registra una deficiencia de aminoácidos azufrados, como lo son la cistina y la metionina (**Bernal 1991**).

Según **Bernal y Espinoza (2003)**, la concentración de N en la materia seca varía entre 1 y 5%. En pastos se considera alto un contenido mayor al 4% y bajo cuando es inferior al 2,9%. La proteína del forraje es la principal fuente de N para los animales, que al igual que las plantas lo requieren en cantidades relativamente altas. Además, **Bernal (1991)** relata que la proteína verdadera constituye entre un 75 y 85% de la proteína bruta.

Un factor importante que afecta a la composición del forraje y a su valor nutritivo es la etapa de madurez de la planta en el momento del pastoreo. El valor Nutritivo del pasto depende básicamente de la relación tallo / hojas de la planta, ya que los tallos contienen más fibra que las hojas; en efecto, la digestibilidad de las hojas es 80-90 por ciento, mientras que la de los tallos es 50-70 por ciento. El contenido de proteína cruda de las gramíneas puede variar entre tres por ciento en una gramínea tropical y muy madura hasta más de 30 por ciento en una pastura muy tierna y fertilizada (**Trujillo y Uriarte, 2012, citado por Zachrisson, 2013**).

Según **Bernal (1991)**, existe una correlación negativa entre materia seca y contenido de nitrógeno del forraje. El problema fisiológico que se presenta desde el punto de vista de manejo de forrajes es encontrar el momento de corte adecuado en el cual el aumento en el porcentaje de nitrógeno compense por la disminución en la producción de materia seca para maximizar la producción de

proteína, ya que si se cosecha muy tierno tendremos alto contenido de proteína pero bajos rendimientos de materia seca en campo y al contrario, se cosecha muy tardío se contemplan altos rendimientos de materia seca pero su contenido proteico sería muy bajo.

2.4.3 CONTENIDO DE MINERALES O CENIZA

Los animales tienen necesidades específicas de minerales. Sus requerimientos están basados en el tipo, la edad y el peso como así también de ganancia de peso, producción de leche, preñez. Los desbalances y/o las deficiencias de minerales pueden producir disminución de la resistencia a ciertas enfermedades, bajos índices de preñez, y todo esto llevar a graves pérdidas económicas (**Zachrisson, 2013**).

Los forrajes son la principal fuente de minerales para los animales. En algunos casos, el agua que consumen los animales o la contaminación del forraje con partículas de suelo pueden ser aportes importantes, pero esta situación es más bien excepcional. En algunos casos, cuando las deficiencias nutricionales son extremas, los animales pueden ingerir tierra, piedras, madera o huesos para satisfacer la necesidad, condición que se denomina "apetito depravado" (**Bernal y Espinoza, 2003**)

2.4.4 CONTENIDO DE FÓSFORO

El fósforo se acumula en partes de la planta en crecimiento y en las semillas. La carencia de este nutriente favorece la acumulación de azúcares en los órganos vegetativos, lo cual a su vez favorece la formación de antocianinas lo que determina la pigmentación purpura de las hojas de las plantas deficientes en P. Es determinante para el desarrollo de las raíces y de los tejidos meristemáticos, por lo cual es importante durante el desarrollo vegetativo de los pastos (**Bernal y Espinoza, 2003**).

El fósforo es un elemento multifuncional: forma el tejido óseo constituyendo la hidroxiapatita, como fosfatos solubles actúa como buffer en el líquido ruminal, integra el sistema enzimático como ATP y ADP y mantiene el balance ácido-base y la presión osmótica. Los huesos son el depósito y la reserva de P de los animales. Cuando se produce una deficiencia de P del alimento, el P faltante es provisto por los huesos, es por eso que durante un tiempo la deficiencia no se manifiesta (**Mufarrege, 1999**).

2.4.5 MAGNESIO

Es absorbido en la planta de la forma de ion Mg^{2+} . Es el único componente mineral de la molécula de clorofila, por lo que es evidente la importancia de este elemento, ya que sin clorofila no habría una eficiente fotosíntesis. Además está relacionada con el metabolismo del fósforo y está relacionada con la activación de muchos sistemas enzimáticos y con la síntesis de la grasa dentro de la planta (*Tisdale y Nelson, 1991*).

2.5 FACTORES CLIMÁTICOS QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO Y CALIDAD DE LOS PASTOS

Son los valores medioambientales que tienen influencia sobre la producción forrajera, en el que se pueden enumerar las precipitaciones, temperatura, radiación solar, suelo y la biota del suelo, solo mencionando los más conocidos y que son factores extrínsecos de la producción forrajera, ya que no son controlados directamente por el hombre en condiciones de campo, porque según **Voisin (1974)**, estos están muy lejos de ser independientes de la influencia humana, ya que obviando las lluvias artificiales obtenidas mediante la siembra aérea de ciertos productos pulverizados, o la influencia de las explosiones atómicas sobre las tempestades, nos limitaremos a recordar aquí la enorme

influencia que ejerce sobre el clima la destrucción de los bosques; la deforestación es obra totalmente humana, directa o indirecta.

2.5.1 TEMPERATURA

Esta es la magnitud que cuantifica la sensación de calor. La temperatura es dinámica en todos los climas y factores como la radiación afectan la temperatura en las partes de la planta cercanas al suelo, ya que en los días claros, la radiación procedente del sol excede a la procedente de la tierra, y como consecuencia la temperatura sube rápidamente; durante la noche ocurre el fenómeno contrario y la superficie se enfría.

La mayoría de los pastos están adaptados para un crecimiento óptimo dentro de un margen relativamente estrecho de temperaturas diurnas, de 7 a 35°C. Pueden resistir periodos cortos de temperaturas extremas, tanto altas como bajas, especialmente si el descenso de temperatura es gradual y si los periodos de calor son de corta duración (**Bernal, 1991**).

Según **Bernal (1991)**, las reacciones bioquímicas que ocurren en la planta son afectadas por la temperatura ambiental, ya que está demostrado que la temperatura afecta los procesos de fotosíntesis, respiración, transpiración, absorción de agua y nutrientes, actividad de enzimas, coagulación de las proteínas y otras más.

Bajo condiciones de alta temperatura se registra un descenso en el contenido de fructosanas, una disminución en el contenido de sucrosa y un aumento en los porcentajes de celulosa, lignina y pentosanas y un porcentaje más alto de nitrógeno se encuentra en forma soluble (**Bernal, 1991**). Además, las raíces son más afectadas que la parte aérea a medida que aumentan las temperaturas, causando una baja de carbohidratos y un aumento en las sales de amonio u otros compuestos.

2.5.2 LUZ

La energía del espectro solar se extiende desde la radiación UV, de longitud de onda corta, pasando por la luz visible, hasta los rayos infrarrojos de longitud de onda larga. La radiación solar es una banda relativamente estrecha en el espectro de la energía radiante, que se extienden desde los rayos cósmicos de gran energía hasta las ondas de radio, radar y TV, largas y de poca energía. El espectro visible está constituido por longitudes de onda comprendidas entre 3800^Å en luz violeta y 7700 en luz roja. Dentro de esos límites están las ondas percibidas por el ojo humano y casi todas las longitudes de onda que intervienen en las fotosíntesis. La energía radiante no usada en la fotosíntesis se transforma en energía calórica y se emplea para la evaporación del agua desde la planta en el proceso de la transpiración (**Bernal, 1991**). Para la producción agrícola, tanto la calidad, intensidad y duración de la luz son un conjunto fundamental. Si bien

es cierto, los experimentos que buscan medir la incidencia de la calidad de la luz en los cultivos, no han tenido la misma difusión que los del efecto de la intensidad y la duración de la luz, por la dificultad de controlar simultáneamente la longitud de la onda y la intensidad de la radiación, tal como lo señalaron Tisdale y Nelson (1991)

La mayoría de las plantas se agrupan en tres categorías: Aquellas plantas en las cuales la fotosíntesis aumenta la intensidad de la luz hasta llegar a la máxima luz del sol que llega a la tierra, tales como el maíz, la caña de azúcar, el sorgo y la mayoría de los pastos tropicales, en las que se incluye a las del género ***Brachiaria***; las plantas que no responden apreciablemente a intensidades por encima de un tercio de la máxima luz solar y tienen un máximo de fotosíntesis aproximadamente igual a la mitad de la fotosíntesis de las plantas del grupo anterior, tales como el trébol rojo, la remolacha azucarera, tabaco y especies de pastos templados; y las plantas que tienen niveles bajos de fotosíntesis ya que se saturan con un cuarto de la máxima luz del sol o menos, que aplican a las plantas que crecen en sombreados.

La cantidad de luz interceptada por la superficie foliar de las plantas influye directamente en una eficiente utilización de la luz, ya que factores intrínsecos de la planta como la altura de planta, ancho de hojas, cantidad de material foliar y cobertura de follaje, ya que influyen en la absorción de la luz y por ello están relacionados con la velocidad de crecimiento de las plantas (**Bernal 1991**). Además afecta la absorción de iones, como lo señala **Tisdale y Nelson (1991)**, ya relata que en investigaciones japonesas, la absorción del nitrógeno en forma

de NH_3 aumentaba al incremental la intensidad de la luz, además del fósforo y el potasio, pero en elementos como el calcio y magnesio era poco afectados.

Una unidad útil para determinar el área de superficie foliar de las plantas, que potencialmente pueden estar expuestas al sol, es el Índice de Área Foliar (IAF), que según **Bernal (1991)**, es el área foliar por unidad de superficie de terreno o número de metros cuadrados de área foliar sobre un metro cuadrado de suelo. Esta influye directamente en la producción de las plantas, ya que a valores de IAF por debajo de cierto nivel no se utiliza toda la luz disponible y en consecuencia el crecimiento es relativamente lento. Además, con valores muy altos de IAF, el sombreado también puede determinar una reducción sustancial del crecimiento y los valores adecuados para pastos de IAF está entre 9,0 y 10,0 (**Bernal, 1991**).

2.5.3 HUMEDAD

El agua es uno de los factores ecológicos de mayor importancia. La cantidad y distribución de la precipitación determinan en gran parte la adaptación de una especie forrajera particular a un medio dado. El crecimiento de las plantas está controlado por la velocidad de división y expansión celulares y por el suministro de compuestos orgánicos e inorgánicos requeridos para la síntesis de protoplasma y paredes celulares. No sobra recalcar que el agua es necesaria para mantener la turgencia de los tejidos de las plantas, además de ser el medio

para las reacciones bioquímicas que ocurren en las plantas, absorción de nutrientes y translocación de sustancias orgánicas e inorgánicas dentro de las plantas. En la gran mayoría de las plantas terrestres, el crecimiento y desarrollo es directamente proporcional a la cantidad de agua disponible que se encuentra en el suelo (**Bernal, 1991**).

La humedad influye directamente en la toma de cationes y aniones de la planta, como lo señala **Tisdale y Nelson (1991)**, en el que se incrementa la absorción de estos en tanto se disminuya la tensión de humedad del suelo a causa del agostamiento del suelo. Además señala que un exceso de humedad, en el que el agua inunda los poros del suelo, la respiración radicular decrece y la toma de iones decrece.

Además, cabe destacar que condiciones extremas de humedad pueden afectar el desarrollo de la planta, ya que en exceso de humedad, si bien es cierto que el agua de por sí no afecta a la misma, pero según **Bernal (1991)**, un exceso de agua en el suelo desplaza el aire de los poros no capilares e induce una deficiencia de O_2 , que causaría la muerte de muchas raíces, ya que la respiración normal de las raíces y de microorganismos tiene a reducir el oxígeno y de aumentar las de CO_2 . Cuando ambos factores se combinan, se observan marchitez y amarillamiento de la planta, detención del crecimiento de las raíces, disminución de absorción de sales y de la fotosíntesis, alteración del balance de agua en la planta y susceptibilidad a las enfermedades de la raíz. En cambio, en déficit de agua trae la pérdida de turgencia, ya que el exceso de transpiración conduce el cierre de los estomas y a la detención de la fotosíntesis. Cuando es

extrema, se produce la hidrólisis de la proteína, seguida de la translocación de los aminoácidos formados a las porciones no afectadas de la planta.

2.6 FACTORES DE MANEJO QUE AFECTAN LOS FORRAJES

Según **Bernal (1991)** es el conjunto de prácticas que se realizan en un cultivo para obtener una mayor producción forrajera de calidad superior y por consiguiente, una mayor producción animal. Es el factor intrínseco de la producción que más puede hacer variar la misma, ya que por ejemplo las variaciones en factores como la edad, intervalos y altura de corte, así como la fertilización puede aumentar o disminuir la calidad y cantidad de forraje.

2.7 EFECTO DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA

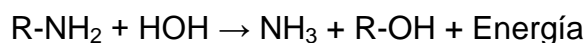
El nitrógeno forma parte de las proteínas, clorofila, alcaloides y enzimas responsables de regular el crecimiento y formación del material vegetal. La planta absorbe nitrógeno del suelo principalmente en forma de nitrato, pero también lo puede absorber en forma de amonio. Este nutriente es muy móvil dentro de la planta (**Bernal y Espinoza, 2003**).

Hay muchas fuentes de nitrógeno aptas para la fertilización, tales como el sulfato de amonio, nitrato de amonio, fosfato di-amónico, fosfato mono-amónico, nitrato de potasio, nitrato de calcio y urea. Las formas iónicas más comunes en que las plantas asimilan el nitrógeno en las plantas son en iones de nitrato (NO_3^-) y de amonio (NH_4^+), aunque según **Tisdale y Nelson (1988)**, también puede ser absorbida en forma de urea (NH_2CONH_2), pero es improbable que grandes cantidades de nitrógeno ureico sean absorbidas por las raíces de las plantas, ya que este compuesto se hidroliza en nitrógeno amoniacal en la mayoría de los suelos.

La mineralización de los compuestos nitrogenados en el suelo se realiza por etapas como detalla **Tisdale y Nelson (1988)**, las cuales son: Aminización, amonificación y nitrificación. Las dos primeras se realizan por acción de organismos heterótrofos (se alimentan de compuestos carbonados orgánicos) y la tercera a través de organismos autótrofos (producen su propia energía de la oxidación de sales inorgánicas y obtienen el carbono necesario del CO_2 de la atmosfera. La aminización se realiza por medio de bacterias y hongos heterótrofos del suelo, que son responsables de las reacciones de descomposición de la materia orgánica. Una de las etapas finales de este proceso es la descomposición hidrolítica de las proteínas en aminos y aminoácidos. Es descrito en esta ecuación química:

Proteínas \rightarrow $\text{R-NH}_2 + \text{CO}_2 + \text{Energía} + \text{otros productos}$.

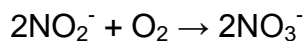
La amonificación luego toma los compuestos amínicos resultantes de la etapa anterior y provoca la liberación de compuestos amoniacaes, cuyo compuesto resultante, el amoniaco puede ser absorbido por las plantas directamente, puede ser convertido a nitratos y nitritos por medio de nitrificación, y puede ser fijado de forma no biológicamente utilizable en los tramados de cierto tipos de arcillas minerales de expansión. La ecuación química que detalla este proceso es la siguiente:



Algo del amonio liberado en el proceso anterior es convertido a nitrato. Se le conoce a este proceso como nitrificación. Antes de llegar a nitrato, se convierte a nitrito (NO_2^-), cuyo proceso es posible por medio de bacterias ***Nitrosomonas***, mediante esta reacción:



Luego es transformado a nitrato por medio de la oxidación del nitrito, que es posible mediante la acción de bacterias ***Nitrobacter***. La reacción es la siguiente:



De estos procesos se debe recalcar la presencia de oxígeno molecular y la liberación de iones H^+ , que conlleva a una disminución del pH del suelo.

Un adecuado suministro de nitrógeno está asociado con vigorosos crecimientos vegetativos y un intenso color verde. Cantidades excesivas de nitrógeno pueden, bajo ciertas condiciones, prolongar el periodo de crecimiento y retrasar el de

madurez en la planta y ocurre principalmente en donde no se suministran cantidades adecuadas de otros elementos nutritivos.

2.7.1 UREA

La urea es el compuesto más concentrado de los fertilizantes nitrogenados (46% de nitrógeno) y tiene por lo tanto ciertas ventajas en cuanto a manipulación, transporte y almacenamiento. Es el fertilizante más económico por unidad de nitrógeno aplicada. Cuando la urea se aplica al suelo se convierte rápidamente en amonio que se puede perder por volatilización; la cantidad que se pierde depende de la humedad del suelo, la precipitación y la temperatura. En suelos muy secos y livianos las pérdidas son mayores (*Bernal, 1991*).

Después de la aplicación en el suelo, la urea es catalizada por la enzima ureasa, que facilita su hidrólisis, formando en esta primera reacción carbonato de amonio que es un compuesto inestable. Esta reacción eleva el pH en la inmediata vecindad del granulo de urea a valores superiores a 8,0. En este ambiente alcalino el carbonato de amonio se descompone en amoníaco (NH₃) y dióxido de carbono (CO₂) (*Bernal y Espinoza, 2003*). Además, **Tisdale y Nelson** relatan que por la inestabilidad del carbonato amónico por su rápida hidrólisis, sumando su alta concentración de nitrógeno (\pm 46% N) lo hacen un excelente material fertilizante

Si la urea se aplica a una superficie desnuda terreno o un suelo cubierto de césped, cantidades significativas de amoníaco pueden perderse por volatilización a causa de una rápida hidrólisis a carbonato amónico. Las pérdidas de amoníaco precipitado por aplicaciones de urea superficial se realizan sin ninguna relación. Se dan por medio de volatilización que son propiciadas por aumentos de temperatura ambiental y de la tensión de humedad.

2.8 EFECTO DE PASTOREO O CORTE

El impacto principal del pastoreo sobre el crecimiento de la planta, es una reducción en la capacidad fotosintética asociado con un decremento en su área foliar. Las especies de plantas sobreviven los efectos del pastoreo mediante varias estrategias, como la reducción en la probabilidad de ser pastoreada, o el reemplazo rápido de área foliar removida por los herbívoros (**Loza, 1993**).

El pastoreo altera la edad y estructura de la planta aparte de reducir el área foliar. Esto afecta consecuentemente la capacidad fotosintética de las plantas, en virtud de que las hojas muestran una máxima capacidad fotosintética al tiempo de su máxima expansión declinando posteriormente, consecuentemente hojas de plantas defoliadas pueden exhibir mayor capacidad fotosintética que hojas de plantas no defoliadas porque muchas de las hojas son cronológicamente más jóvenes y más eficientes fotosintéticamente (**Loza, 1993**).

Pastoreos con intervalos de descanso cortos o sobrepastoreos, tienden a disminuir la capacidad de rebrote en la planta, tal como lo describe **Bernal (1991)**, esta utiliza los Carbohidratos no Estructurales (CNE) almacenados principalmente en tejidos de reservas como raíces, estolones y coronas, pero en pastos de crecimiento alto, los acumula en la parte basal del tallo, de 7 a 10 cm del suelo.

De estos, obtiene su energía para así crear nuevo tejido foliar. Luego de obtener nueva superficie foliar, genera nuevos CNE, ya sea para obtener la energía necesaria para subsistir y para almacenar y reponer los utilizados anteriormente.

En condiciones de sequía (altas temperaturas y baja humedad), los contenidos de CNE aumentan en tejido foliar, ya que la evotranspiración supera a la humedad disponible en planta y ambiente, hay una disminución de agua en la planta, por ello no se puede trasladar los nutrientes de las hojas a los tallos y raíces, por lo que pastoreos en esta época afectan la acumulación de estos en la planta.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El ensayo experimental se realizará en terrenos del IPT México-Panamá, ubicado en Tanara, distrito de Chepo, Prov. de Panamá. La ubicación geográfica corresponde a los 09°08' Latitud Norte y 79°12' Longitud Oeste. La pluviosidad anual promedio de la región es de 2180,9 mm anuales.

3.2 ANÁLISIS DE SUELO

Esta parcela cuenta con un suelo con textura franco arcilla arenosa, con un porcentaje de arena de 45%, 21% de limo y 34% de arcilla, con un porcentaje de Materia Orgánica de 1,44%, con un pH medido en agua de 5,51 y cuyos niveles de minerales son reflejados en el **Cuadro III**, datos proporcionados por el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

CUADRO III. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO DEL AREA DEL ENSAYO

EXPERIMENTAL (TANARA, CHEPO).

P	K	Na	Ca	Mg	H	Al	Fe
(ppm)	(ppm)	(ppm)	Meq/100g suelo	Meq/100g suelo	Meq/100g suelo	Meq/100g suelo	(ppm)
272	71	46	7.84	4.52	0.1	0.0	80
a	m	b	a	a	b	b	a

Cu	Mn	Zn
(ppm)	(ppm)	(ppm)
3	82	9
m	a	m

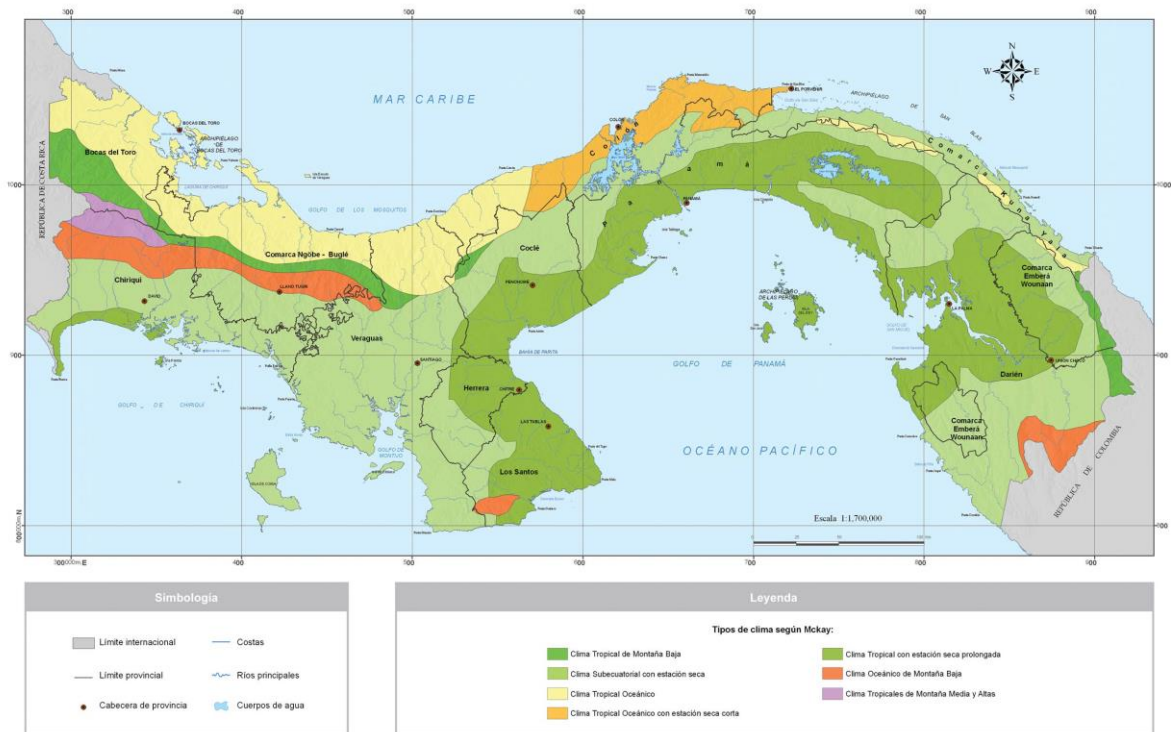
a= alto, m= medio, b= bajo.

3.3. PRECIPITACIÓN

Esta área, según la clasificación presentada por McKay (2000) en el Atlas Ambiental de la República de Panamá (2010), presenta un Clima Tropical con Estación Seca Prolongada, Es cálido, con temperaturas medias de 27 a 28°C. Los totales pluviométricos anuales, siempre inferiores a 2,500 mm son los más

bajos de todo el país, los cuales llegan a 1,122 en Los Santos (**Ver Figura II y Cuadro IV**).

**FIGURA II. CLASIFICACIÓN DE CLIMAS DE PANAMÁ SEGÚN A. MCKAY:
AÑO 2000.**



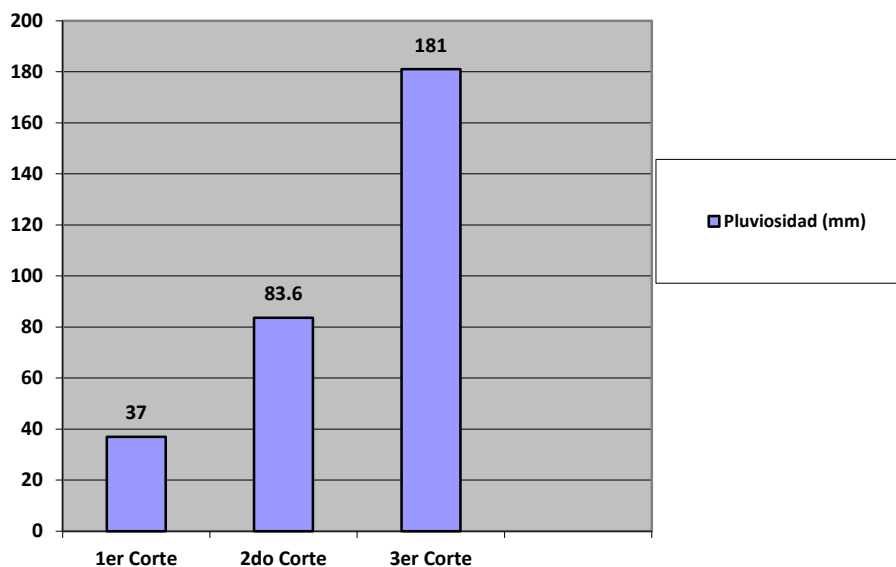
Fuente: ANAM-Atlas Ambiental de la República de Panamá (2010).

**CUADRO IV. TABLA DE PRECIPITACIONES REGISTRADAS EN EL 2015 EN
TANARA, CHEPO, PROPORCIONADOS POR EL INSTITUTO DE
INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA DE PANAMÁ (IDIAP).**

Meses	Precipitación (mm)
Enero	0.0
Febrero	11.8
Marzo	0.0
Abril	81.0
Mayo	181.0
Junio	170.6
Julio	96.4
Agosto	126.6
Septiembre	192.4
Octubre*	207.4
Total*	1067.2

***Datos obtenidos hasta el 25 de Octubre**

FIGURA III. GRÁFICO DE PRECIPITACIÓN ACUMULADA (mm) ANTES DE LOS CORTES EN EL ÁREA DE TANARA, CHEPO.



Fuente: Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), 2015.

3.4. DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

El ensayo experimental empezó el día 11 de junio del 2015, con la primera nivelación luego de establecer la pastura y de aplicar los tratamientos nitrogenados y de allí se procedió a efectuar corte cada 30 días.

El ensayo experimental se realizó con un Diseño Completamente Aleatorizado en arreglo de Parcelas Divididas, con seis (6) Aplicaciones de nitrógeno ureico, tres (3) cortes y cuatro (4) bloques. Los seis tratamientos consisten en aplicaciones de fertilización nitrogenada, los cuales son: $T_0=0$ kg N/ha, $T_1=50$ kg N/ha, $T_2=75$ kg N/ha, $T_3=100$ kg N/ha, $T_4=125$ kg N/ha y $T_5=150$ kg N/ha aportados mediante la adición del fertilizante Urea, en la que se aplicará de forma fraccionada en tres partes iguales, las cuales se aplicó la primera fracción al comenzar el ensayo, después de nivelar la parcela por primera vez luego de establecer la pastura, la segunda en la mitad del ensayo y la ultima en el ultimo corte. Se realizaron tres cortes, con un periodo de tiempo de 30 días entre cada corte, a una altura de 30cm. Las unidades experimentales consisten en parcelas de tamaño 3x3m ($9m^2$) con el pasto *Brachiaria brizhantha* cv. *Piatá*, sembrados en hileras con separación de 2,00m entre ellas y 1,00m de separación entre líneas **(Ver Figura I en Anexo)**.

3.5. PREPARACIÓN DE SUELO Y ESTABLECIMIENTO DE PASTURA.

La preparación del terreo consiste primero en una limpieza manual del terreno, en la que luego se dió dos pases de rastra alternos cada 15 días, utilizando un monocultor. La siembra se realizó con semilla gámica, utilizando semilla a una razón de 5 kg/ha, la cual se hará mediante chorro continuo a una distancia de 50 cm dentro de la parcela. La siembra se realizó en agosto del 2014.

Se realiza una fertilización basal con abono completo 10-26-10 a una razón de 3qq/hectárea (124,7g/unidad experimental) al momento de la siembra.

3.6. RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.

Luego de establecer el pasto, se da una nivelación inicial en el mes de junio del 2015, donde empiezan a caer las primeras lluvias, y se aplica la primera fracción de fertilización nitrogenada, específicamente con el fertilizante urea. Luego de pasado los treinta días, se realiza el primer corte, en el que se toman la altura y porcentaje de cobertura de planta, y se corta el área verde de un metro cuadrado dentro de la parcela a una altura de 20 cm. Este material cortado se pesa, se anota el peso verde, y se extraen 200 gramos de la misma, para determinar la materia seca del pasto, y así hacer las conversiones de materia verde a materia seca y determinar el rendimiento de materia seca por hectárea, y obtener las muestras para determinación de su calidad nutritiva mediante análisis de laboratorio.

Los Análisis estadísticos, ya sea el Análisis de Varianza así como la Prueba de Comparación de Medias de Tukey, ambos con un nivel de significancia del 5%, fueron realizados con el software Infostat® versión 2015e.

3.7. MODELO ESTADÍSTICO

El modelo del experimento es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \rho_{ik} + (\alpha\rho)_{ik} + \varepsilon_{ijk} \begin{cases} i = 1, 2, 3, \dots, a \\ j = 1, 2, 3, \dots, b \\ k = 1, 2, 3, \dots, r \end{cases}$$

Donde:

Y_{ijk} : Variable de Respuesta de la ijk -ésima unidad experimental

μ : Media general

α_i : Efecto del i -ésimo Factor A (Corte)

β_j : Efecto del j -ésimo Bloque

$(\alpha\beta_{ij})$: Efecto debido a la interacción del i -ésimo nivel del factor A (Corte) con el j -ésimo bloque que es utilizado como residuo de parcelas grandes y es representada por el error(a) .

ρ_k : Efecto del i -ésimo Factor B (Tratamientos de dosis de Nitrógeno)

$(\alpha\rho_{ik})$: Efecto debido a la interacción del i -ésimo nivel del factor A (Tratamientos de dosis de Nitrógeno) con el k -ésimo nivel del factor B.

ε_{ijk} : Error aleatorio de la subparcela.

3.8. PARÁMETROS A EVALUAR

Las variables por evaluar en esta investigación son las siguientes:

3.8.1. ALTURA DE PLANTA

En cada parcela, se coloca un marco de dimensión 1mx1m aproximadamente en el medio de la parcela, y dentro del marco se toma la medida de la planta desde el suelo a la parte más alta de la planta con la ayuda de un metro. Luego, siguiendo en la misma área, se realiza este procedimiento de la parcela a lo largo dentro del área del marco, se anotan los resultados y se saca el promedio, y este promedio es considerado la altura de plantas dentro de la parcela. Esta sería la fórmula para determinar altura de planta (**Ver Figura en Anexo**):

$$\textit{Altura de Planta} = \frac{X1 + X2 + X3 + X4 + X5}{5}$$

3.8.2. SUPERFICIE DE COBERTURA

La determinación se hace mediante forma visual, apreciando de forma detallada el espacio libre versus el espacio ocupado por la pastura. Los valores porcentuales pueden ir de 0% si no estuviera cubierta por pasto a 100% si estuviera cubierta en su totalidad.

3.8.3. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA

En cada parcela, se delimita con la ayuda de un marco con dimensión de un metro cuadrado (1mx1m) y se coloca aproximadamente en el centro de la misma. Se procede a cortar a una altura de 20cm del suelo y se coloca en un saco. Se repite este procedimiento en cada parcela (*Ver Figura en Anexo*).

Luego se pesa esta muestra, en estado fresco, se tabula y luego de determinar la materia seca corregida del pasto, se multiplica este valor por el peso en estado verde por metro cuadro:

$$\text{Rend. Mat Seca/ha} = \text{Peso Verde} * (\text{Peso Seco Corregido}/100) * 10000$$

3.8.4 CONTENIDO DE MATERIA SECA

De cada muestra obtenida de forraje verde de cada parcela, se toman 200 g de forraje verde, se colocan en una bolsa de papel manila y se colocan en un horno a 65°C por un lapso de 72 horas, luego se deja en un estado de reposo y oreo, para que la humedad se equilibre con la humedad ambiente por un lapso de dos días. Luego de esto se pesa la bolsa y se determina el porcentaje de Materia Seca a 65°C:

$$\text{Mat. Seca a } 65^{\circ}\text{C} = \frac{Pf - Pb}{Pv} \times 100$$

Donde Pf es el peso final de la bolsa, Pb es el peso de la bolsa y Pv es el peso fresco de la muestra que en este caso es de 200g de muestra fresca.

Luego, esta se muele con la ayuda de un molino o triturador, para así almacenarla y garantizar su durabilidad, al eliminar la mayor parte de la humedad de la muestra y así tenerla disponible para posteriores análisis de sus componentes nutricionales.

La remoción parcial de la humedad libre del material permite la conservación del mismo disminuyendo su deterioro o alteraciones químicas. No obstante el material aún conserva cierto nivel de humedad que está ligada a ciertas estructuras y compuestos, la cual debe ser removida para determinar con exactitud el contenido total de agua del material (**De Gracia y Gallardo, 2009**). Para ello se debe retirar el resto de humedad presente en la muestra. Se procede a determinar la Materia Seca a 105°C, aquella libre de humedad, se toman 2.0g de muestra de Mat. Seca a 65°C, se coloca en una bandeja y se coloca en un horno a 105°C por 24 horas. Después de pasado el tiempo, se retira del horno, se pesa y se anota el peso. El enunciado matemático es el siguiente:

$$\text{Mat. Seca } 105^{\circ}\text{C} = \frac{P_f - P_b}{P_0} \times 100$$

Donde Pf es el peso de la muestra después de hornear dentro de la bandeja, Pb es el peso de la bandeja y P0 es el peso de Mat. Seca a 65°C.

Luego de obtener el Porcentaje de Mat. Seca Corregida, libre de humedad, se toman los valores de Mat. Seca a 65°C y 105°C y se realiza el siguiente proceso:

$$\mathbf{Mat. Seca Corregida = Mat. Seca a 65^{\circ}C * (Mat. Seca a 105^{\circ}C/100)}$$

Este es el valor real del Contenido de Materia Seca, ya que está libre de humedad y se utiliza para determinación de Rendimiento de Materia Seca por Hectárea y en base a esta se determina el porcentaje de los demás componentes nutricionales.

3.8.5 PROTEÍNA CRUDA

La determinación se da mediante el Método Kjeldahl, mediante la digestión, destilación y titulación. La proteína se determina de la siguiente forma:

$$\mathbf{\%Proteína Cruda = \% N * 6,25}$$

3.8.6 CENIZA

Se coloca 2.0g de muestra, y se incinera en el horno a más de 500°C durante 24h. Luego de pasado este tiempo, se retira la muestra y se pesa. Se expresa de la siguiente forma:

$$\mathbf{\%Ceniza = \frac{Pf - Pc}{Pm} x 100}$$

Donde Pf es el peso de la muestra incinerada, Pc es el peso del crisol y Pm es el peso de la muestra seca.

3.8.7 FOSFORO

Su determinación se da por el método de colorimetría.

3.8.8 MAGNESIO Y CALCIO

Se realiza su determinación mediante el método de Absorción Atómica y se expresa en porcentaje (*Ver Figura en Anexo*).

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RENDIMIENTO DE MATERIA SECA

El análisis de varianza para la variable rendimiento de materia seca indicó diferencias significativas entre los cortes y los niveles de nitrógeno ($P < 0.05$) estudiados como se muestra en el **Cuadro V**. Los rendimientos de materia seca de los cortes tuvieron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ellos (**Ver Anexo XVIII**), presentándose el mayor rendimiento en el segundo corte (2895.07 kg/ha), seguido por el tercer corte (2129.71 kg/ha), que a pesar de aumentar las precipitaciones en el mismo, tuvo una leve reducción con respecto al segundo corte, debido a la saturación de los poros del suelo, afectando la respiración radicular y la fotosíntesis. El menor rendimiento de materia seca se observó durante el primer corte. (1574.04 kg/ha), debido a la escasez de precipitaciones, que contribuyeron a la volatilización del amonio proveniente de la urea y además limitó la fotosíntesis (**Ver Figura III**).

CUADRO V. ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO *Brachiaria brizantha* cv. Piatá.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	CV
Modelo.	37343867.5	26	1436302.6	5.3296	0.0000005	23.6
Cortes	21117390.9	2	10558695.4	39.1796	1.4E-10**	
Niveles de N	10956454.7	5	2191290.94	8.1311	0.0000157**	
Error	12127256.5	45	269494.589			
Total	49471124	71				

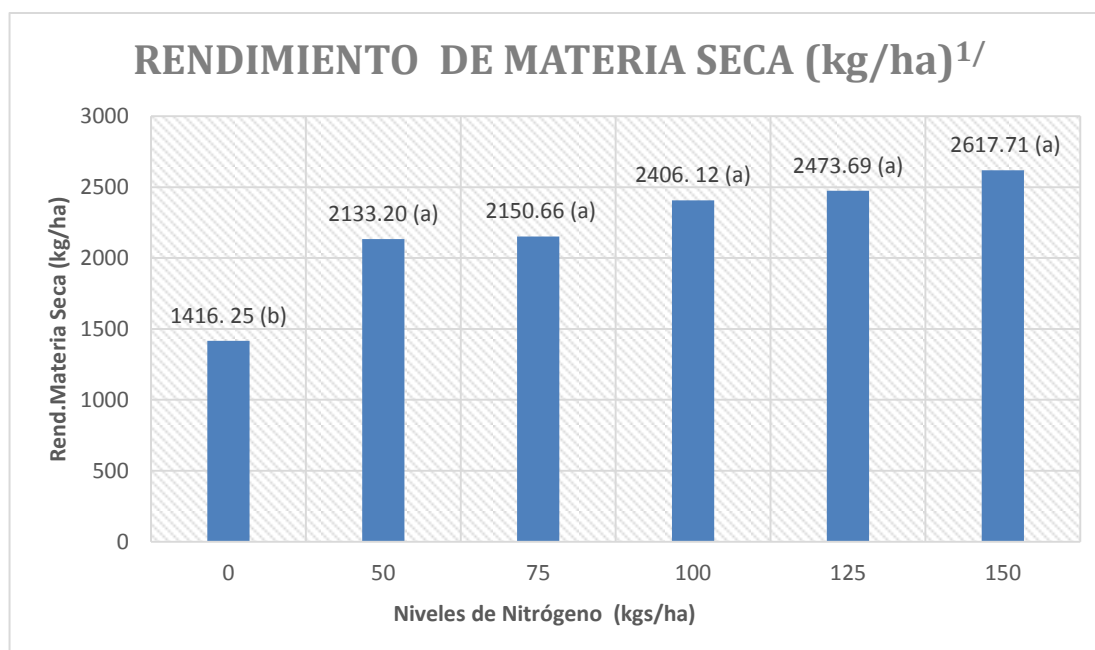
**** Diferencia significativa al 5% de probabilidad.**

Fuente: El Autor.

En cuanto al efecto de las dosis de nitrógeno sobre el rendimiento de materia seca, la misma aumento significativamente ($P < 0.05$) a medida que se incrementó la dosis de nitrógeno (**Ver Figura IV**). Aunque los mayores rendimientos de materia seca (2133.2, 2150.66, 2406.12, 2473.69 y 2617.71 kg/ha) fueron obtenidos con aplicaciones de 50, 75, 100, 125 y 150 kg N/ha, respectivamente; estos no fueron significativamente diferentes entre sí, pero sí con respecto al testigo (sin aplicación de nitrógeno ureico), que fue de 1416.25 kg/ha (**Ver Anexo XIX**), valores similares a los encontrados por *Liberato et al.* (2009) en Rondonópolis, Mato Grosso, que según el modelo de ecuación de regresión (**Ver Figura I**) encontraron valores respectivos para los tratamientos de 0, 50, 75, 100, 125 y 150 kg N/ha respectivamente de 1469.70, 1866.77, 2045.99, 2212.34, 2365.81 y 2506.41. Según Morales (1998), en la Guía para Estimar el Rendimiento Mensual y Producción Esperada de Forrajes, estos rendimientos

que se presentaron en el pasto Piatá en los niveles bajos de fertilización nitrogenada aplicados, se consideran buenos.

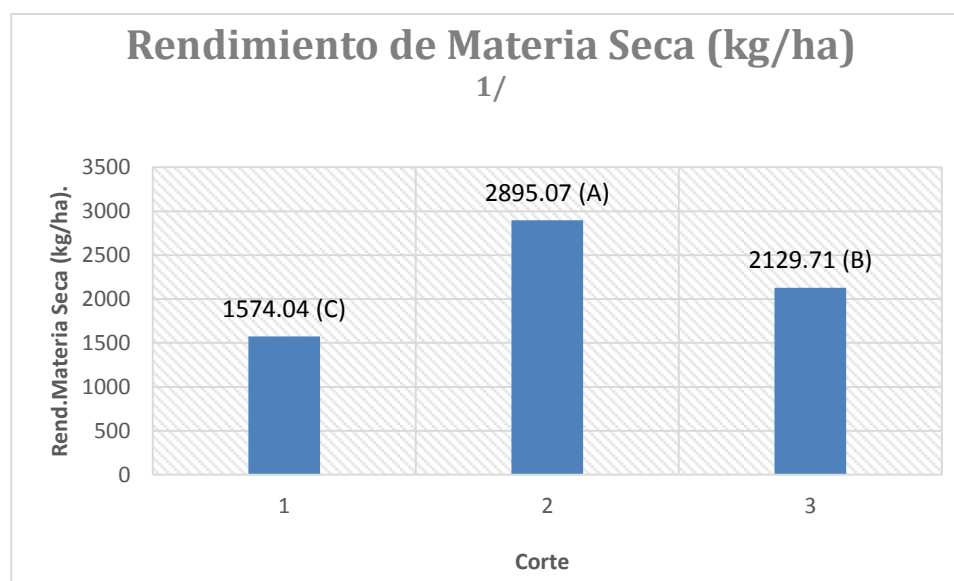
FIGURA IV. RESPUESTA EN EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA A LA APLICACIÓN DE NITROGENO EN *Brachiaria brizantha* cv. Piatá



Fuente: El Autor.

^{1/} **Valores seguidos de la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad, según la prueba de medias Tukey.**

FIGURA V. RESPUESTA EN EL RENDIMIENTO DE LA MATERIA SECA POR HECTÁREA A LOS CORTES EN *Brachiaria brizantha* cv. Piatá.



Fuente: El Autor.

^{1/} *Valores seguidos de la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad, según la prueba de medias Tukey.*

4.2 SUPERFICIE DE COBERTURA (%)

El análisis de varianza para la variable cobertura (%) indicó diferencias significativas entre los cortes y los niveles de nitrógeno ($P < 0.05$) estudiados como se muestra en el **Cuadro VI**.

CUADRO VI. ANALISIS DE VARIANZA DE COBERTURA DEL PASTO

***Brachiaria brizantha* cv. Piatá.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	CV
Modelo.	6533.78	26	251.2991	4.0856	0.0000177	10.96
Corte	573.44	2	286.7222	4.6615	0.0144591**	
Niveles de N	3722.9	5	744.5806	12.1054	0.0000002**	
Error	2767.88	45	61.5083			
Total	9301.65	71				

Fuente: El Autor

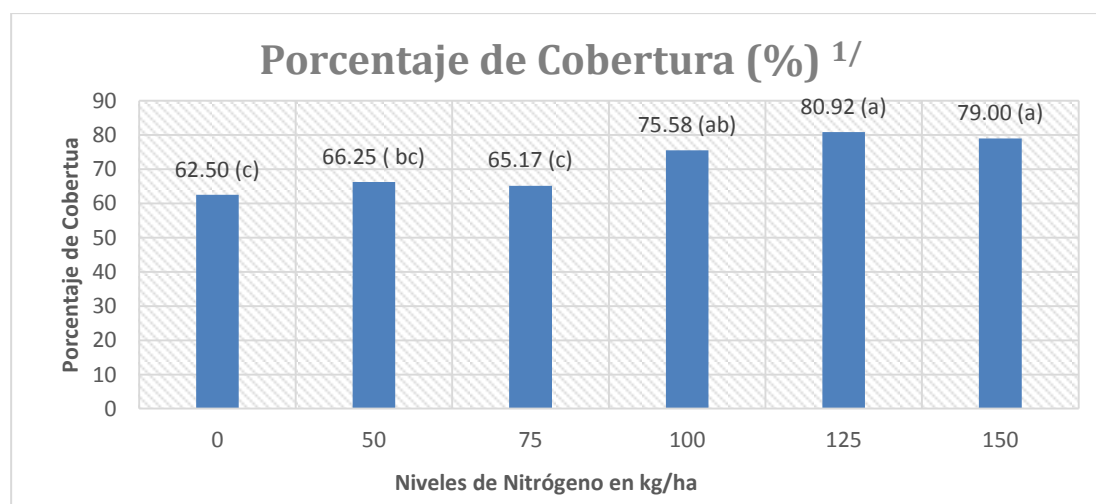
**** Diferencia significativa al 5% de probabilidad.**

La cobertura de la planta al suelo tiene relación directa con el crecimiento de las pasturas, puesto que las plantas necesitan de hojas para la realización de la fotosíntesis (Machado, 1999). Se observa un menor porcentaje de cobertura en el primer corte (67.71) y una mayor cobertura en el segundo corte (74.38). El tercer corte no mostró diferencias significativas con el primer y segundo corte ($P < 0.05$), pero el primer y segundo corte si mostraron diferencias significativas entre sí (**Ver Figura VII y Anexos XX**). La variabilidad de la cobertura del pasto en los distintos cortes es relacionada con la variación de la precipitación en el campo (**Ver Figura III**).

En general, cuantas más hojas tiene una planta, mayor es su producción de masa verde, y hay mayor acumulación de reservas. En la **Figura VI**, se observa que en todos los niveles de fertilización nitrogenada se presentó una cobertura

sobre el suelo que fue en aumento de la cantidad de nitrógeno ureico, obteniéndose los mayores porcentajes con aplicaciones de nitrógeno de 100 a 150 Kg/ha. Con menor cubrimiento del suelo se presentaron las parcelas que no le fueron aplicadas urea y aquellas fertilizadas con nitrógeno a razón de 50 y 75 kg/ha. Dichos porcentajes de coberturas presentados en niveles de fertilización nitrogenada de 100 a 150 kg N/ha., a causa del alto vigor de las plántulas y el crecimiento agresivo no permitieron la competencia del pasto *B.brizantha* cv. Piatá con las malezas. Coberturas similares obtuvo Rios (2012), en Tocumen, Panamá realizando corte cada 30, 45 y 60 días con 69.20, 77.33 y 81.0% respectivamente con Piatá a altura sobre el suelo de 30 cm. y con fertilización nitrogenada de 136 Kg/ha.

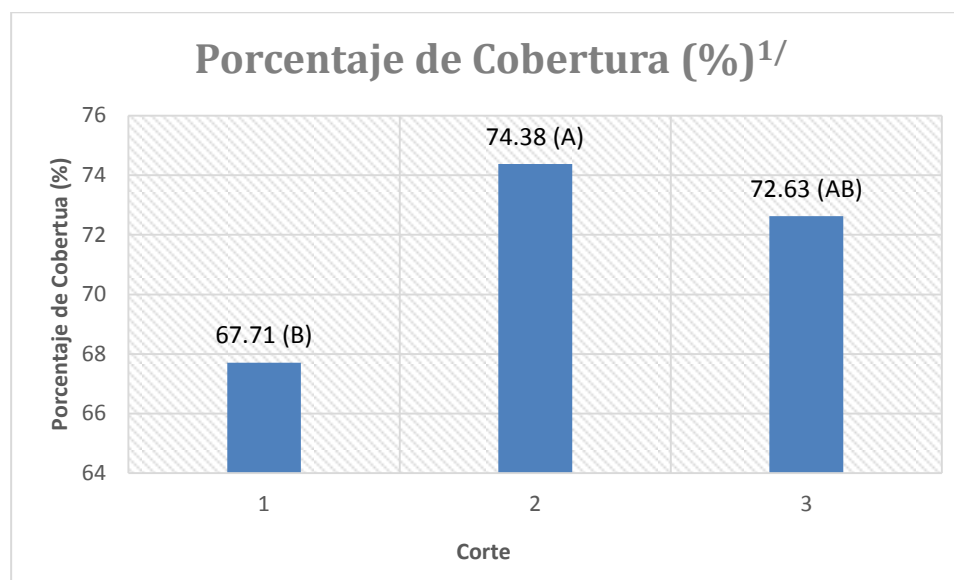
FIGURA VI. RESPUESTA DE LA COBERTURA (%) A LA APLICACIÓN DE NITROGENO EN *Brachiaria brizantha* cv. Piatá.



1/ Valores seguidos de la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad, según la prueba de medias Tukey.

Fuente: El Autor.

FIGURA VII. RESPUESTA DE LA COBERTURA (%) A LOS CORTES EN *Brachiaria brizantha* cv. Piatá.



1/ Valores seguidos de la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad, según la prueba de medias Tukey.

Fuente: El Autor.

4.3 ALTURA DE LA PLANTA (cm)

La altura de planta es una variable de vital importancia ya que de esta depende aprovechar la mejor calidad nutricional de las pasturas. En el **Cuadro VII** se puede observar el efecto de fertilización nitrogenada y el corte en el pasto Piatá, en donde se indica que hubo efecto significativo ($P < 0.05$) sobre la altura de la planta durante el periodo de estudio.

CUADRO VII. ANÁLISIS DE VARIANZA DE ALTURA DE LA PLANTA DEL PASTO *Brachiaria brizantha* cv. Piatá.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	CV
Modelo.	6170.14	26	237.3132	7.5412	2.55E-09	7.9
Corte	3424.34	2	1712.1689	54.4085	1E-12**	
Niveles de N	2067.49	5	413.4979	13.1399	6.649E-08**	
Error	1416.1	45	31.4688			
Total	7586.24	71				

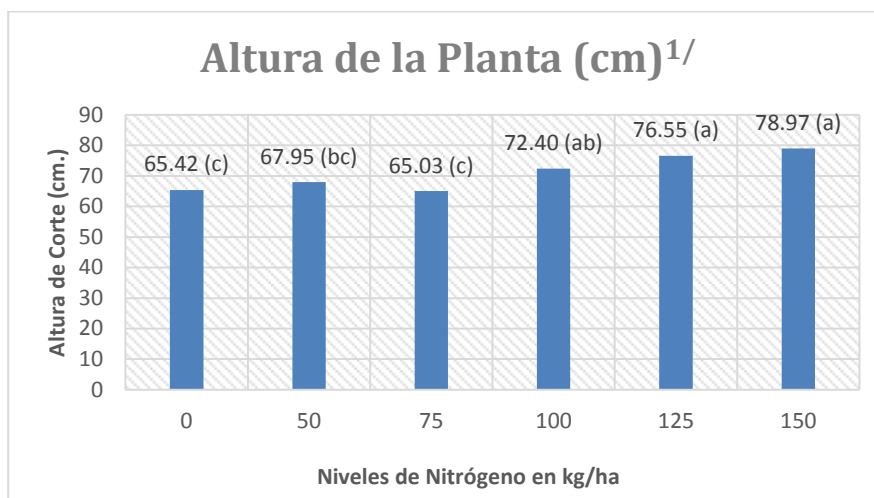
** *Diferencia significativa al 5% de probabilidad.*

Fuente: El Autor

Los niveles de fertilización nitrogenadas de 100 a 150 kg/ha reflejaron las alturas más alta de crecimiento de las plantas (**Ver Figura VIII**), En cuanto a los intervalos de corte realizados al pasto Piatá cada 30 días se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$), siendo el segundo y tercer corte los que mayor altura presentaron con 77.98 y 73.54 cm. respectivamente (**Ver Anexo XXII y Figura IX**). La menor altura de corte se observó en el primer corte del estudio (61.64 cm.) por efecto de la poca precipitación pluvial en el área (**Ver Figura III**). Trabajos realizados por Valle et al. (2007) en Brasil con el pasto Piatá indicaron que el pasto Piatá posee habito de crecimiento semi-erecto con altura de planta que varían entre los 0.85 m. a 1.10 m. Para las condiciones ambientales de Acre en Brasil, se recomienda que las pasturas de Piatá sean manejadas sobre pastoreo rotacional, observándose las indicaciones de altura

en la entrada entre 35 cm. a 40 cm., durante la estación lluviosa y de 30 a 35 cm. en el periodo seco del año. En base a los resultados que obtuvimos en el trabajo podemos concluir que al realizar un sistema rotacional y con un intervalo de 30 días de descanso podremos aprovechar del pasto en base a la experiencia de **Valle et. al. (2007)** en Brasil hasta más de 50% del forraje producido.

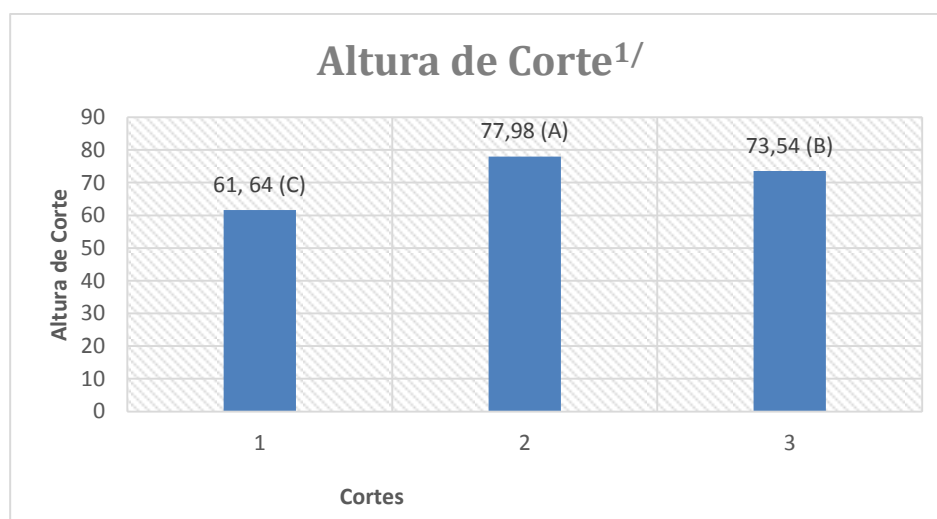
FIGURA VIII. RESPUESTA DE LA ALTURA DE PLANTA (cm.) A LA APLICACIÓN DE NITROGENO EN *Brachiaria brizantha* cv. Piatá



**1/ Valores seguidos de la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad, según la prueba de medias Tukey.
Fuente: El Autor.**

FIGURA IX. EFECTO DEL CORTE SOBRE LA ALTURA DE PLANTA (cm.)

EN *Brachiaria brizantha* cv. Piatá



1/ Valores seguidos de la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad, según la prueba de medias Tukey.

Fuente: El Autor.

4.4 CONTENIDO DE MATERIA SECA (%)

En el Cuadro VIII se observa que no existió diferencia significativa ($P > 0.05$) en el contenido de materia seca en los diferentes niveles de fertilización nitrogenada que se evaluaron, pero si se presentó diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los periodos de corte que fue sometido el pasto Piatá (Ver Figura X y Anexo XXVI). Para el primer corte se presentó un contenido de materia seca de 30.91% mostrando un descenso para el segundo y tercer corte con 28.01 y 24.03% respectivamente. Esto se debe sobre todo a la precipitación reflejada en el campo, donde mas humedad presente, menor serán las pérdidas por

evotranspiración, por ende, un mayor porcentaje de humedad estará presente en la planta.

CUADRO VIII. ANALISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DE MATERIA SECA (%) DEL PASTO *Brachiaria brizantha* cv. Piatá.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	CV
Modelo.	715.55	26	28	4.5296	0.00000471	8.91
Corte	574.13	2	287	47.2461	<0.0000**	
Niveles de N	23.17	5	5	0.7627	0.58146555 ^{n.s}	
Error	273.42	45	6			
Total	988.97	71				

**** Diferencia significativa al 5% de probabilidad.**

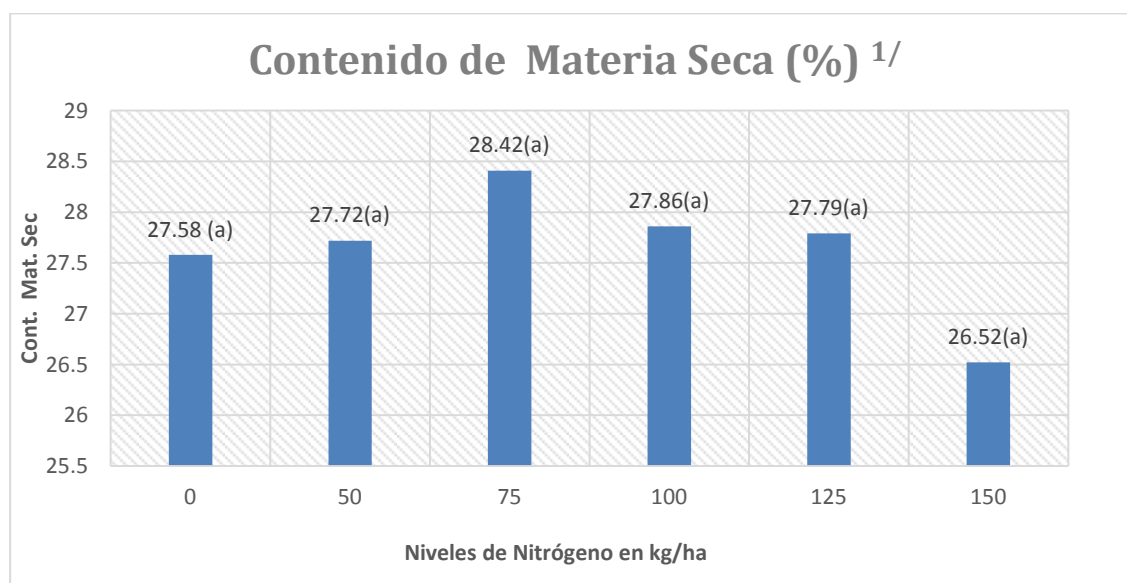
n.s = no hubo diferencia significativa.

Fuente: El Autor

Independientemente de que no se reportó diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los niveles de fertilización nitrogenadas investigados los contenidos de materia seca que se obtuvieron para la época del año se pueden considerar aceptables, puesto que un pasto en condiciones naturales durante la época lluviosa debe presentar un porcentaje de materia seca entre 15 y 28 por ciento (**Figura IX**). El contenido mayor de Materia Seca se encuentra en granos y subproductos de la molienda, en henos y en pajas, con valores comprendidos, en términos generales, entre 80 y 90 por ciento. Por el contrario, las pasturas

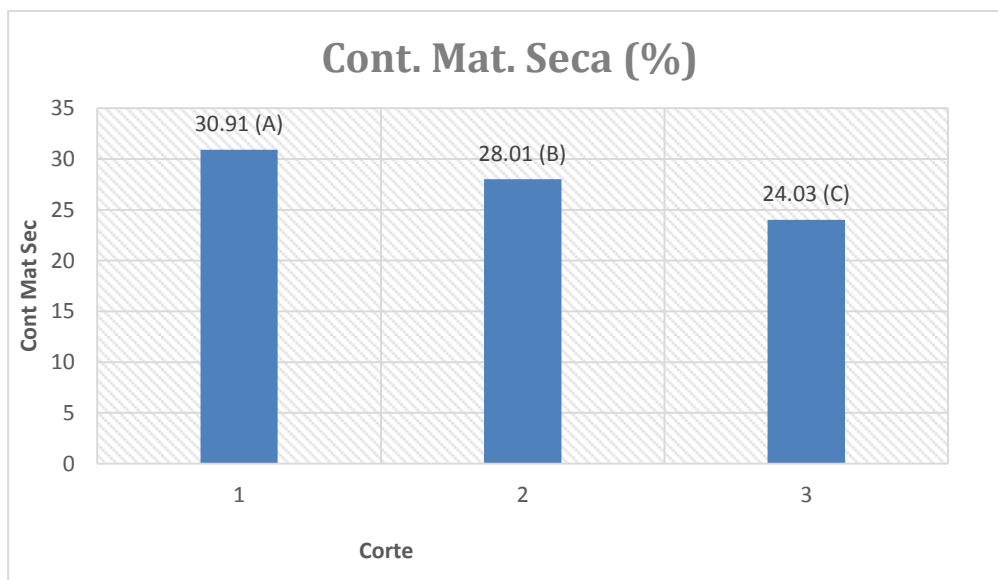
jóvenes en estado vegetativo presentan los contenidos de Materia Seca más bajos, fluctuantes entre 20 y 25 por ciento. (Rovira, 1996).

FIGURA X. RESPUESTA DEL CONTENIDO DE MATERIA SECA (%) A LA APLICACIÓN DE NITRÓGENO EN *Brachiaria brizantha* cv. Piatá



**1/ Valores seguidos de la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad, según la prueba de medias Tukey.
Fuente: El Autor.**

FIGURA XI. EFECTO DE LOS CORTES SOBRE EL CONTENIDO DE MATERIA SECA.



*1/ Valores seguidos de la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad, según la prueba de medias Tukey.
Fuente: El Autor.*

4.5 PROTEINA (%)

El análisis de varianza para la variable proteína cruda detectó diferencias significativas ($P < 0.05$) en los periodos de corte y niveles utilizados de fertilización nitrogenada (**Ver Cuadro IX**).

La proteína cruda a lo largo de los cortes, reflejó su mayor valor en el tercer corte, seguido del primero y al final el segundo (**Ver Figura XII y Anexo XXIV**). A pesar de que en el segundo corte se obtuvieron los mayores rendimientos de materia seca por hectárea, reflejaron los menores valores en proteína cruda, demostrando la aseveración de **Bernal (1991)**, en la que existe una correlación

negativa entre materia seca y contenido de nitrógeno del forraje. Por ello es de suma prioridad encontrar el momento de corte adecuado en el cual el aumento en el porcentaje de nitrógeno compense por la disminución en la producción de materia seca para maximizar la producción de proteína. El primer corte si bien es cierto obtuvo los menores rendimientos de materia seca, las condiciones climáticas durante este corte (**Ver Figura III**) impidieron una manifestación de la urea aplicada en proteína cruda, ya que la falta de agua estimularon la pérdida de nitrógeno por volatilización de amoníaco, debido a la alta inestabilidad del carbonato amónico y la ausencia de agua para que las raíces absorbieran el amonio disuelto.

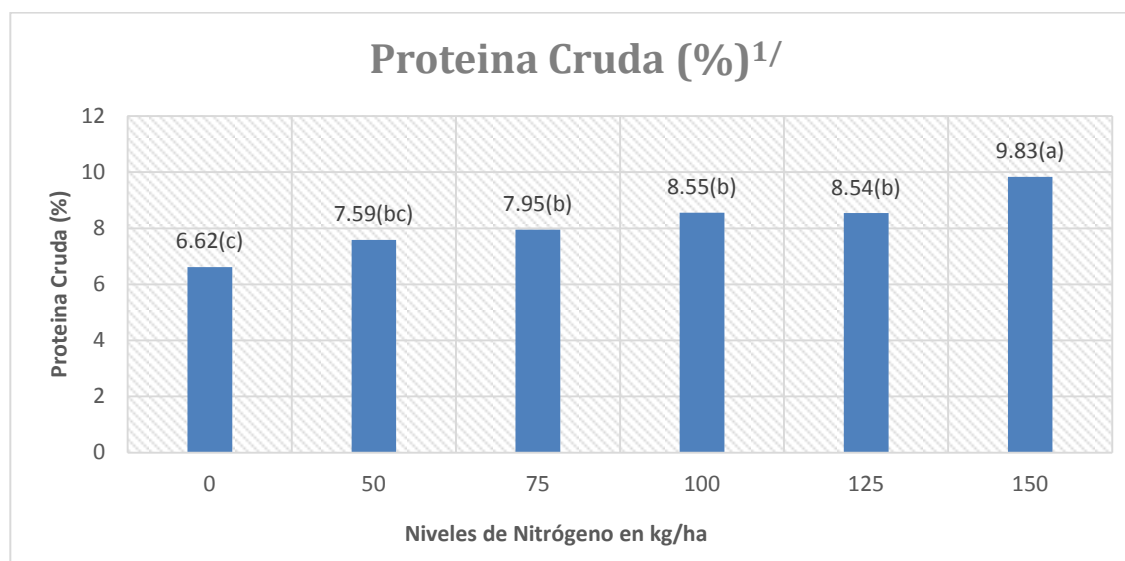
CUADRO IX. ANALISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DE PROTEINA (%) DEL PASTO *Brachiaria brizantha* cv. Piatá.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	CV
Modelo.	328.35	26	12.629	13.744	6.84E-14	11.72
Corte	192.49	2	96.247	104.747	0**	
Niveles de N	69.84	5	13.969	15.202	9.701E-09**	
Error	41.35	45	0.919			
Total	369.7	71				

**** Diferencia significativa al 5% de probabilidad.
Fuente: El Autor.**

Comparando numéricamente los mayores valores de proteína cruda fueron obtenidos con el incremento de las dosis de nitrógeno (**Ver Cuadro VIII y Figura X**). Estos resultados indicaron que los mayores porcentajes de proteína en el pasto Piatá se consiguen con la aplicación de 150 kg/ha con 9.83%. Según la Clasificación del Valor Nutritivo de los Forrajes de **Fudge y Fraps, (1974)**, los rendimientos de proteína cruda en este trabajo a partir de la dosis de 100 hasta 150 kg/ha de nitrógeno se catalogan en la categoría de regular sus porcentajes.

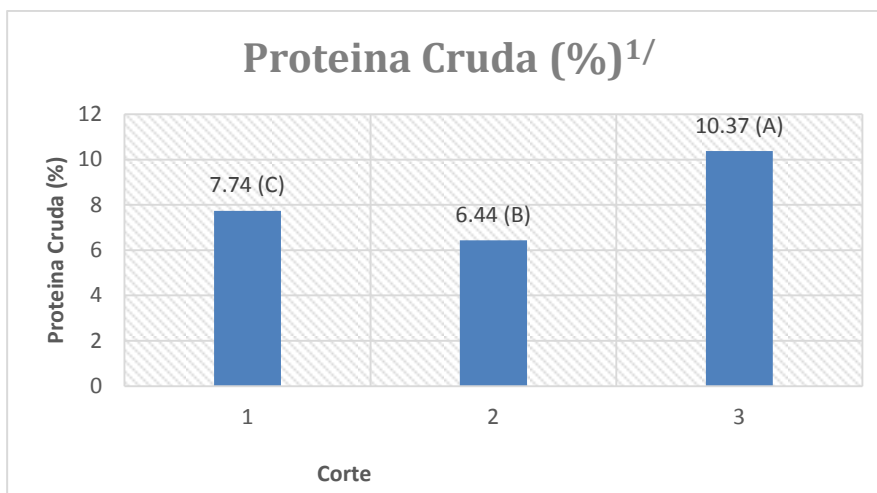
FIGURA XII. RESPUESTA DEL CONTENIDO DE PROTEINA CRUDA (%) A LA APLICACIÓN DE NITROGENO EN *Brachiaria brizantha* cv. Piatá



1/ Valores seguidos de la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad, según la prueba de medias Tukey.

Fuente: El Autor.

FIGURA XIII. EFECTO DE LOS CORTES SOBRE LA PROTEÍNA CRUDA EN EL PASTO *Brachiaria brizantha* cv. Piatá.



1/ Valores seguidos de la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad, según la prueba de medias Tukey.

Fuente: El Autor.

4.6 CENIZA (%)

El análisis de varianza para la variable ceniza mostro diferencias significativas ($P < 0.05$) en los cortes realizados y en los niveles de fertilización nitrogenada que se evaluaron (**Cuadro X**). El mayor contenido de ceniza para los cortes se observó en el tercer mes de estudio con un promedio de 7.75 %, seguido por el segundo con 6.61% y finalmente en el primer corte se presentó el porcentaje más bajo de ceniza con 6.35% (**Ver Figura XIII y Anexo XXVIII**). Esto aunado al aumento de las precipitaciones, aumentando la humedad en el suelo, siendo el agua el principal vehículo para la absorción de iones por el sistema radicular por la planta (**Ver Figura III**). En los niveles de fertilización nitrogenada los

porcentajes de cenizas fueron disminuyendo a medida que se incrementaban las dosis de nitrógeno. El tratamiento testigo fue el que mayor contenido de ceniza presento con 8.02%, difiriendo ($P < 0.05$) de todas las demás dosis de nitrógeno (Ver Figura XII).

CUADRO X. ANALISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DE CENIZA (%) DEL PASTO *Brachiaria brizantha* cv. Piatá.

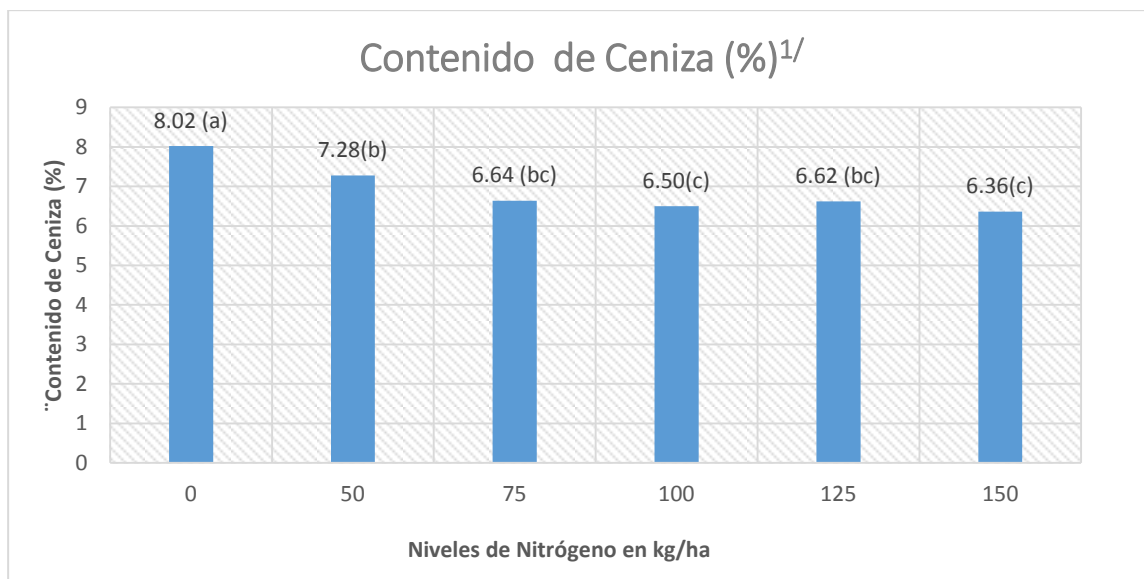
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	CV
Modelo.	71.4335	26	2.747	8.192	1E-09	8.39
Corte	26.59104	2	13.296	39.642	1.2E-10**	
Niveles de N	24.00059	5	4.8	14.312	2.2E-08**	
Error	15.09236	45	0.335			
Total	86.52587	71				

** *Diferencia significativa al 5% de probabilidad.*

Fuente: El Autor.

Generalmente, cuando más alto es el contenido de ceniza cruda, más bajo es el valor nutritivo de los forrajes (**Bernal, 1991**), hablando específicamente en relación al contenido proteico en dicha pastura, pues al aumentar la biomasa en la planta, ocurre un efecto de dilución de los minerales absorbidos dentro de la planta, disminuyendo los niveles porcentuales. Es por eso la respuesta mayor del porcentaje de ceniza presentada por el tratamiento testigo.

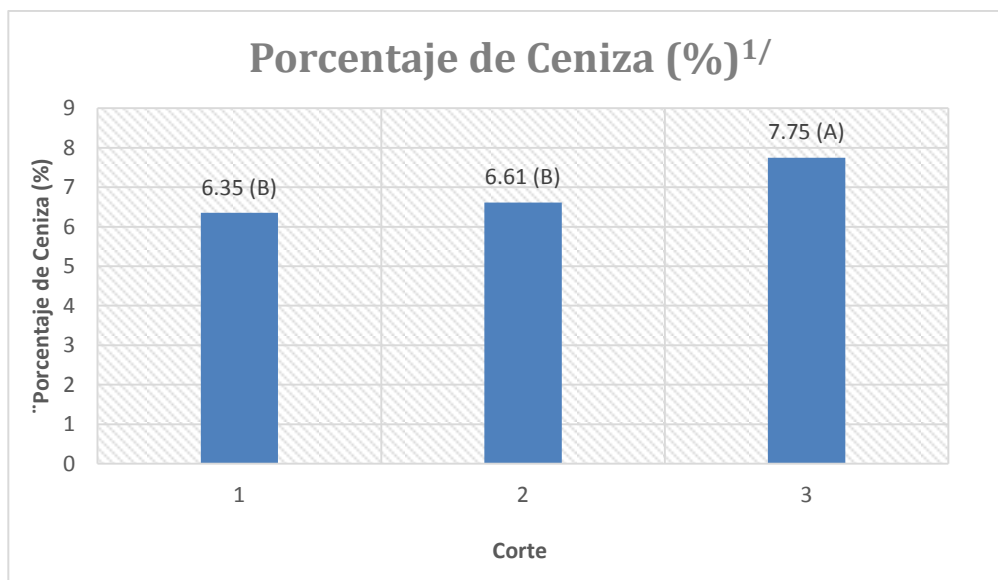
FIGURA XVI. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITRÓGENADA SOBRE EL CONTENIDO DE CENIZA EN *Brachiaria brizantha* cv. Piatá



1/ Valores seguidos de la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad, según la prueba de medias Tukey.

Fuente: El Autor.

**FIGURA XV. EFECTO DE LOS CORTES SOBRE EL CONTENIDO DE CENIZA
EN EL PASTO *Brachiaria brizantha* cv. Piatá.**



1/ Valores seguidos de la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad, según la prueba de medias Tukey.

Fuente: El Autor.

4.7 FOSFORO

Los análisis de varianza para el macroelemento fósforo presentó diferencia significativa ($P > 0.05$) en los periodos de cortes estudiados (**Cuadro X y Anexo XXX**), pero no se observó diferencia significativa ($P < 0.05$) con respecto a los tratamientos nitrogenados con base a urea. (**Cuadro XI**).

En los niveles de fósforo por corte, el valor más alto en el tercer corte (0.33%) y los valores más bajos en el segundo y tercer corte (0.28%). Esta situación ha podido darse por los altos contenidos de fósforo en el suelo (272 ppm) y las

condiciones de precipitación, en que aumento progresivamente a medida que sucedían los cortes, así mismo se comportó el fósforo, coincidiendo con la aseveración de **Tisdale y Nelson (1988)**, que dice que el aumento de la humedad en suelo mejora la toma del macroelemento por parte del sistema radicular de la planta (**Ver Figura XV**). Según los niveles según la Clasificación del Valor Nutritivo de los Forrajes de Fudge y Fraps, (1974), el contenido de fósforo del primer y segundo corte se cataloga como regular y el tercero se considera bueno, demostrando que el aumento de humedad del suelo aumenta la absorción y acumulación del fósforo por parte del pasto Piatá (**Ver Figura III**).

**CUADRO XI. ANALISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DE FÓSFORO (%)
DEL PASTO *Brachiaria brizantha* cv. Piatá.**

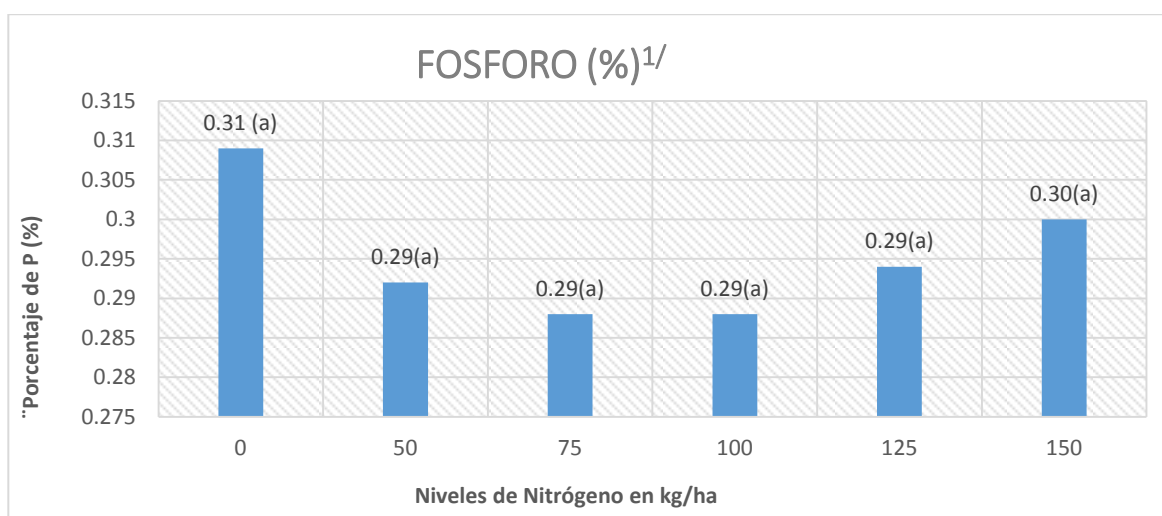
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	CV
Modelo.	0.67	26	0.03	2.16	0.0114	16.78
Corte	0.03	2	0.01	1.15	0.3247 ^{n.s}	
Niveles de N	0.06	5	0.01	1.02	0.4167 ^{n.s}	
Error	0.54	45	0.01			
Total	1.20	71				

**** Diferencia significativa al 5% de probabilidad.**

Fuente: El Autor.

Para el elemento fósforo tomando en cuenta la fertilización nitrogenada, los niveles según la Clasificación del Valor Nutritivo de los Forrajes de Fudge y Fraps, (1974), están dentro de los niveles considerados como buenos.

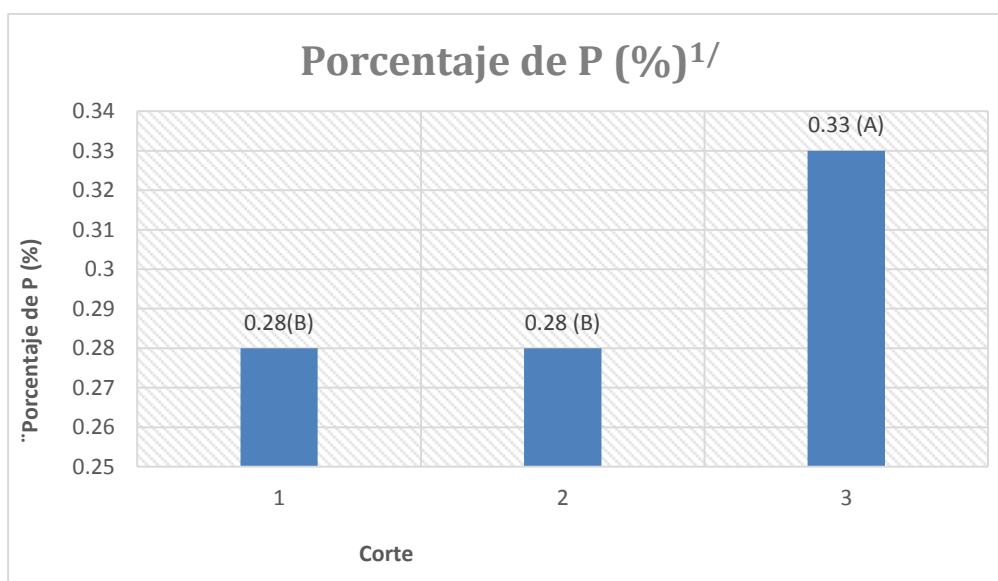
FIGURA XVI. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL CONTENIDO DE FOSFORO (%) DE LA *Brachiaria brizantha* cv. Piatá.



1/ Valores seguidos de la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad, según la prueba de medias Tukey.

Fuente: El Autor.

FIGURA XVII. EFECTO DE LOS CORTES SOBRE EL CONTENIDO DE FÓSFORO (%) DE LA *Brachiaria brizantha* cv. Piatá



1/ Valores seguidos de la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad, según la prueba de medias Tukey.

Fuente: El Autor.

4.8 CALCIO Y MAGNESIO

En ambos macroelementos no se observó diferencias significativas ($P < 0.05$) con respecto a la fertilización nitrogenada ni a los cortes, (Ver Cuadro XII y XIII). A pesar de ser elementos divalentes, que son absorbidos en menor cantidad por las plantas monocotiledóneas (*Tisdale y Nelson, 1988*), que tienden a absorber mayor cantidad de elementos monovalentes como el potasio, presentan excelentes niveles excelentes de ambos elementos en la planta, según la

Clasificación del Valor Nutritivo de los Forrajes de Fudge y Fraps, (1944), sumándole los niveles altos de ambos elementos detectados en el suelo de la parcela experimental (7.84 meq Ca/100g suelo y 4.52 meq Mg/100g suelo).

**CUADRO XII. ANALISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DE CALCIO (%)
DEL PASTO *Brachiaria brizantha* cv. Piatá.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	CV
Modelo.	0.67	26	0.03	2.16	0.0114	16.78
Corte	0.03	2	0.01	1.15	0.3247 n.s	
Niveles de N	0.06	5	0.01	1.02	0.4167 n.s	
Error	0.54	45	0.01			
Total	1.20	71				

n.s. no hay significancia

Fuente: El Autor

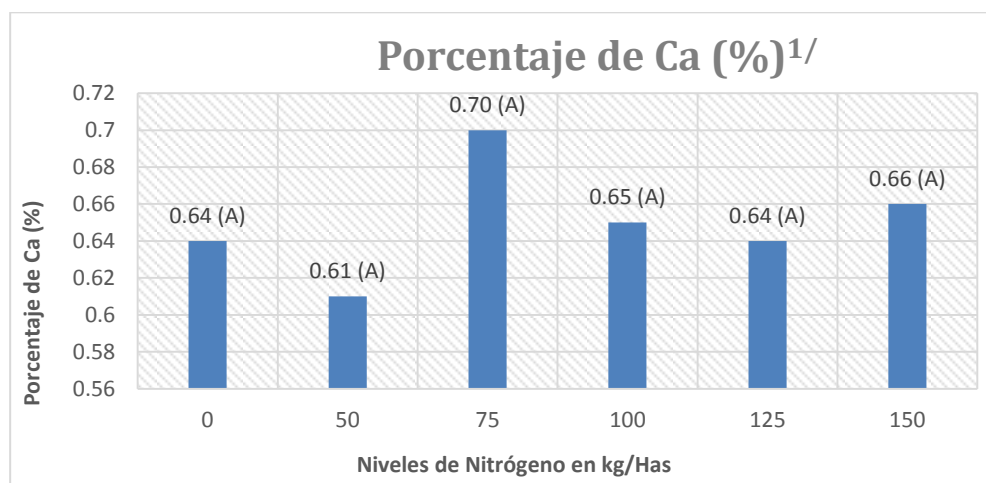
CUADRO XIII. ANALISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DE MAGNESIO (%) DEL PASTO *Brachiaria brizantha* cv. Piatá.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	CV
Modelo.	0.10	26	3.9E-03	1.14	0.3408	8.69
Corte	0.01	2	3.0E-03	0.89	0.4186 ^{n.s}	
Niveles de N	0.02	5	3.4E-03	0.98	0.4409 ^{n.s}	
Error	0.15	45	3.4E-03			
Total	0.26	71				

n.s. no hay significancia

Fuente: El Autor

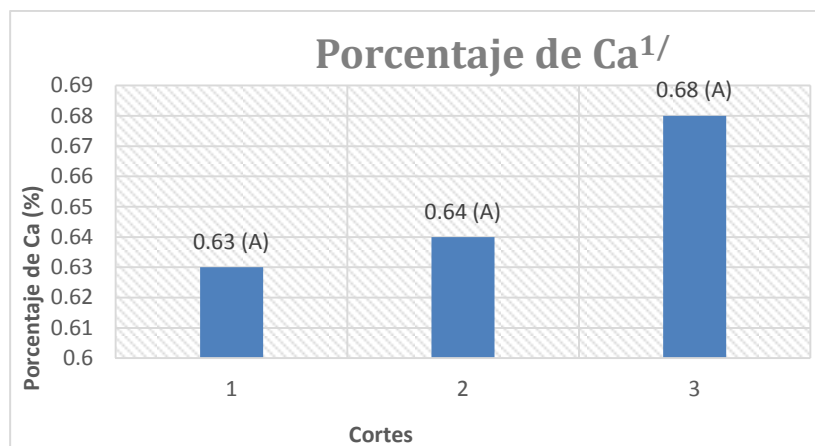
FIGURA XVIII. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL CONTENIDO DE CALCIO (%) EN EL PASTO Piatá.



1/ Valores seguidos de la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad, según la prueba de medias Tukey.

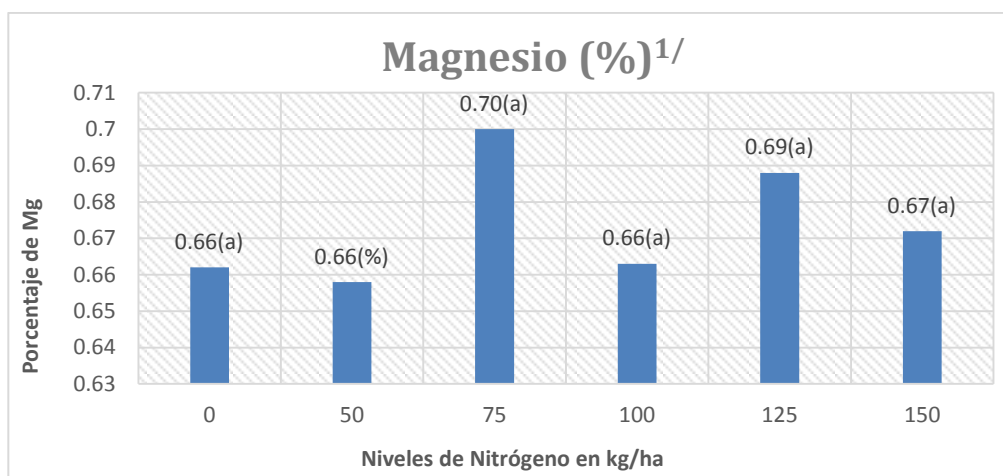
Fuente: El Autor.

FIGURA XIX. EFECTO DE LOS CORTES SOBRE LOS CONTENIDOS DE CALCIO (%) EN EL *Brachiaria brizantha* cv. Piatá.



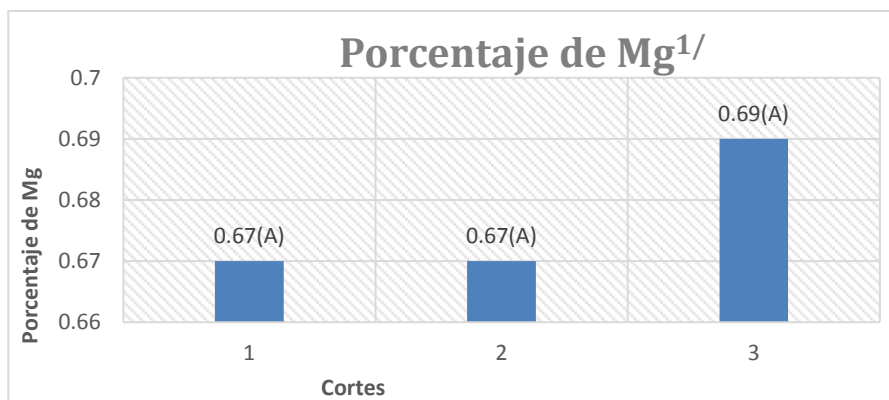
1/ Valores seguidos de la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad, según la prueba de medias Tukey.
Fuente: El Autor.

FIGURA XX. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL CONTENIDO DE MAGNESIO (%) EN *Brachiaria brizantha* cv. Piatá.



1/ Valores seguidos de la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad, según la prueba de medias Tukey.
Fuente: El Autor.

FIGURA XXI. EFECTO DE LOS CORTES EN EL CONTENIDO DE MAGNESIO (%) EN *Brachiaria brizantha* cv. Piatá.



1/ Valores seguidos de la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad, según la prueba de medias Tukey.
Fuente: El Autor.

5. CONCLUSIONES

- Queda demostrado que la fertilización nitrogenada influye sobre el rendimiento y la calidad nutricional del pasto ***Brachiaria brizantha* cv. Piatá**.
- Además, los cortes influenciaron el rendimiento y calidad nutricional del ***B. brizantha* cv. Piatá**, debido principalmente por las variaciones en las precipitaciones en cada corte.
- El Rendimiento de Materia Seca, Altura y Porcentaje de Cobertura de Planta aumentó a medida de que incrementaron los niveles de nitrógeno ureico aplicados. Asimismo, la escasez de precipitación reflejada en el primer corte limitó la producción forrajera.
- En el Contenido de Materia Seca, no se demostró la influencia de la fertilización nitrogenada. No obstante, sus valores decrecían a medida que avanzaban los cortes, debido al aumento ascendente de las precipitaciones en cada corte.
- El contenido de Proteína Cruda fue en aumento a medida que se incrementó los niveles de fertilización nitrogenada. Además, presentó los niveles más altos en el tercer corte, donde se presentó la mayor precipitación y los niveles más bajos en el segundo corte, donde hubo una mayor biomasa.

- El contenido de Cenizas decreció a medida de que aumentaban los niveles de nitrógeno aplicados. Además, aumentaron los niveles de ceniza en planta a medida de que se realizaron los cortes, ya que aumentaban las precipitaciones, contribuyendo a una mayor disolución de minerales en el suelo, facilitando la absorción.

- El fósforo no fueron influenciados por los niveles de fertilización nitrogenada. Sin embargo, el fósforo aumentó en cada corte.

- El calcio y magnesio no mostraron influencia por los niveles de fertilización nitrogenada ni por los cortes realizados.

- Según los resultados obtenidos en este ensayo, en los niveles de fertilización nitrogenada a base de urea en niveles de 150 kg N/ha, que en pasturas se consideran como niveles de fertilización bajos, pues en estos niveles de nitrógeno se mostró los mayores rendimientos de materia seca y niveles de proteína cruda, se mostraron los valores más altos de producción forrajera por hectárea y proteína cruda más altos.

6. RECOMENDACIÓN.

- En base a los resultados obtenidos en el ensayo, se recomienda el uso de la variedad Piatá en áreas de clima tropical seco, de suelos ácidos y de textura franco arcilloso arenoso.
- Se recomienda hacer ensayos con niveles de fertilización más altos de nitrógeno, para determinar la curva del comportamiento del pasto Piatá en las distintas variables.
- Se recomienda hacer ensayos de fertilización con otros elementos, como fósforo y potasio.
- Además, es conveniente realizar una consideración económica de este pasto con respecto a la fertilización nitrogenada.
- Evaluar la Fibra Cruda de esta pastura.

7. BIBLIOGRAFÍA

Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). 2010. Atlas Ambiental de la República de Panamá. Pág. 26-27. Documento PDF.

Bernal, J. 1991. Pastos y Forrajes Tropicales, Producción y Manejo. 2º Edición. Banco Ganadero. Colombia. Pág. 81, 94-100, 132, 569.

Bernal, J; Espinoza, J. 2003. Manual de Nutrición y Fertilización de Pastos. International Plant Nutrition Institute. Pág. 1, 23,43 . Documento PDF. Disponible en: <http://nla.ipni.net/article/NLA-3058>

Contraloría General de la República de Panamá. 2011. VII Censo Nacional Agropecuario. Cuadro XIII. Número y superficie de las explotaciones agropecuarias con ganado vacuno, pastos naturales y sembrados en la república, según provincia, comarca indígena, distrito y corregimientos. Documento PDF. Disponible en: http://www.contraloria.gob.pa/INEC/Publicaciones/subcategoria.aspx?ID_CATEGORIA=15&ID_SUBCATEGORIA=60&ID_IDIOMA=1

De Almeida, R., Agiova da Costa, J., Kichel, A. N., Zimmer, A. H. 2009. Taxas e Métodos de Semeadura para *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã em Safrinha. Comunicado técnico 113. Embrapa (ISSN 1983-9731). Pág. 1-. Documento PDF. Disponible en: <http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/cot/COT113.pdf>

De Gracia, M.; Gallardo, A. Guía para el Análisis Bromatológico de Muestras de Forrajes. 2009. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Pág. 12 y 23. Documento PDF.

Echevarría, D. M. 2013. Massas de forragem e de raízes do capim-piatã submetido a intensidades de pastejo. Tesis para Maestría. Dourados, M.S. Brasil. UFDG. Pág. Documento PDF. Disponible en:

<http://www.ufgd.edu.br/fca/mestrado-zootecnia/dissertacoes/massas-de-forragem-e-de-raizes-do-capim-piata-submetido-a-intensidades-de-pastejo-22-02-2013-diego-martins-da-silva-echeverria-1>

Fudge, J.F and Fraps, G.S. 1974. "The chemical compositions of forrage grasses from the Gulf Coast prairie as related to soil and to requeriment for range cattle". Texas Agr. Exp. Sta. Bull. 644, Collage Station, Texas. E.U.A.

Liberato, R., Lima do Souza, A., Segatto, C., Silva, D. R. G., dos Santos, J. N., Bonelli, E. A. 2009. Características Agronômicas da **Brachiaria brizantha cv. Piatã** submetida doses de Nitrogênio. Águas de Lindóia/SP-FZEA/USP-ABZ. Pág. 2-3. Documento PDF. Disponible en:

[http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCIQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.abz.org.br%2Ffiles.php%3Ffile%3Ddocumentos%2FCARACTER STICAS AGRONOMICAS DA Brachiaria brizantha cv.](http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCIQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.abz.org.br%2Ffiles.php%3Ffile%3Ddocumentos%2FCARACTER%20STICAS%20AGRONOMICAS%20DA%20Brachiaria%20brizantha%20cv.)

[PIAT SUBMETIDA 242814631.pdf&ei=d s Vbv5LcXasATu64CoDg&usg=AFQjCNFCumk9S6bT5S19DntCbKBc3zxt7Q&sig2=U10GrCRnjqb-dhr8u3i9sw](#)

Loza, H. 1993. Morfología y Fisiología de los Pastos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UANL. Pág. 3-. Documento PDF. Disponible en:

<http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1020082475/1020082475.PDF>

Machado, L. A. 1999. Manejo de Pastagem Nativa. Editora Agropecuária Ltda., Guaíba-RS-Brasil. 158p.

Morales, J. y Lobo M. 1998. Aspectos básicos de manejo y utilización de potreros para la producción eficiente y sostenible. San José, Costa Rica.

Mufarrege, D. 1993. Los Minerales en la Alimentación de Vacunos para Carne en la Argentina. E.E.A. INTA Mercedes, Corrientes. Trabajo de Divulgación Técnica. Pág. 4. Documento PDF. Disponible en:

http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/60minerales_en_la_alimentacion_vacunos.pdf

Olivera, Y., Machado, R., del Pozo, P. P. 2006. Características botánicas y agronómicas de especies forrajeras importantes del género *Brachiaria*. Revista

Pastos y Forrajes, Vol. 29, No. 1, 2006, p.5. Pág. 2-3. Documento PDF.

Disponible en: <http://www.pasturasdeamerica.com/articulos-interes/notas-tecnicas/caracteristicas-brachiaria/brachiaria.pdf>

Polo, E y Ríos. O. 2012. Pasto Piatá *Brachiaria brizantha*. Revista Actualidad Agropecuaria (N°157): Pág. 10.

Polo, E. 2014. Los Pastos *Brachiarias* Híbridos, “Productividad y calidad forrajera”. Revista Actualidad Agropecuaria (N° 181): Pág 18.

Ríos. O. 2012. Caracterización del Comportamiento del Pasto ***Brachiaria brizantha cv. Piatá*** en Trópico Húmedo. Presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista en el grado de Licenciatura. Universidad de Panamá. Pág. 43.

Rovira, J. 1996. Manejo Nutritivo de los Rodeos de Cría en Pastoreo. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 288 p.

Sánchez, J. 2009. Utilización Eficiente de las Pasturas Tropicales en la Alimentación del Ganado Lechero. Pág. 8. Documento PDF. Disponible en: http://www.avpa.ula.ve/eventos/xi_seminario/Conferencias/Articulo-2.pdf

Tisdale, S. y Nelson, W. 1988. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. 1° Edición. Editorial Uteha. Pág. 28-34, 81,

Trujillo, A.; Uriarte, G. 2015. Valor nutritivo de las pasturas (en línea). Consultado El 18 de marzo. 2015. Disponible en <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/NUTRICION/TEORICOS/Tema%202.%20Material%20de%20lectura.%20Alimentos.%20Valor%20nutritivo%20de%20las%20pasturas.pdf>

Valle, C. B.; Euclides, V. P. B.; Valério, J. R.; Macedo, M. C. M.; Fernandes, C. D.; Dias-Filho, M. B. *Brachiaria brizantha* cv. Piatã: uma forrageira para diversificação de pastagens tropicais. Seed News, v. 11, n. 2, p. 28-30, 2007.

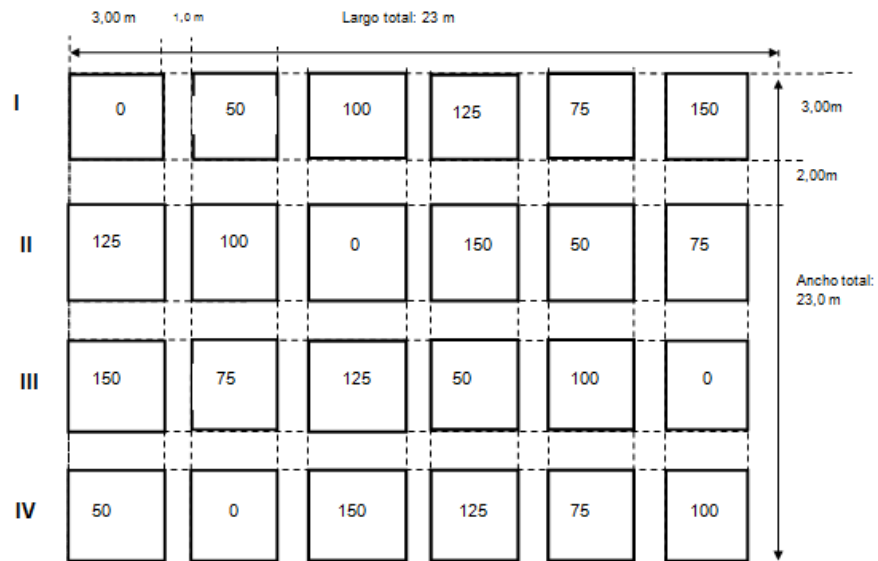
Voisin. A. 1974. Dinámica de los Pastos. Editorial Tecnos. Pág. 35

Zachrisson, J. 2013. Manejo Agronómico y Efecto de la Frecuencia y Altura de Corte sobre el Rendimiento del Pasto Cayman (*Brachiaria* Híbrido cv. CIAT Bro2/1752) en época lluviosa. Tesis Ing. Agro. Zootecnista. Panamá, UP. Pág. 14-15, 19-20.

5. ANEXOS

ANEXO I. CUADRO DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL ENSAYO EXPERIMENTAL

Esquema espacial del ensayo: Perímetro: 23 x 23,0m; distancia entre bloques: 2,0m; distancia entre repeticiones dentro de bloques: 1,0m. Área: 526 m².



ANEXO II. ARADO DEL SUELO.



ANEXO III. LIMPIEZA DEL TERRENO



ANEXO IV. SIEMBRA DE LA PARCELA



ANEXO V. PARCELA DEL PASTO PIATÁ ESTABLECIDA



ANEXO VI. NIVELACIÓN DE PARCELA



ANEXO VII. PARCELA NIVELADA

ANEXO VIII. FERTILIZACIÓN CON UREA.



ANEXO IX. MEDICIÓN DE ALTURA DE PLANTA.



ANEXO X. CORTE DE MATERIA VERDE.



ANEXO XI. PESAJE DE MATERIA VERDE.



ANEXO XII. CORTE DE SUBMUESTRA PARA DETERMINACIÓN DE MATERIA SECA.



ANEXO XIII. SECADO DE SUBMUESTRA EN HORNO A 65 °C



ANEXO XIV. PESAJE DE MUESTRA EN BALANZA ANALÍTICA.



ANEXO XV. INCINERACIÓN DE MUESTRAS PARA DETERMINACIÓN DE CENIZAS.



ANEXO XVI. DIGESTIÓN (A), DESTILACIÓN (B) Y TITULACIÓN (C) DE MUESTRA PARA DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO POR MÉTODO KJELDAHL.



(A)

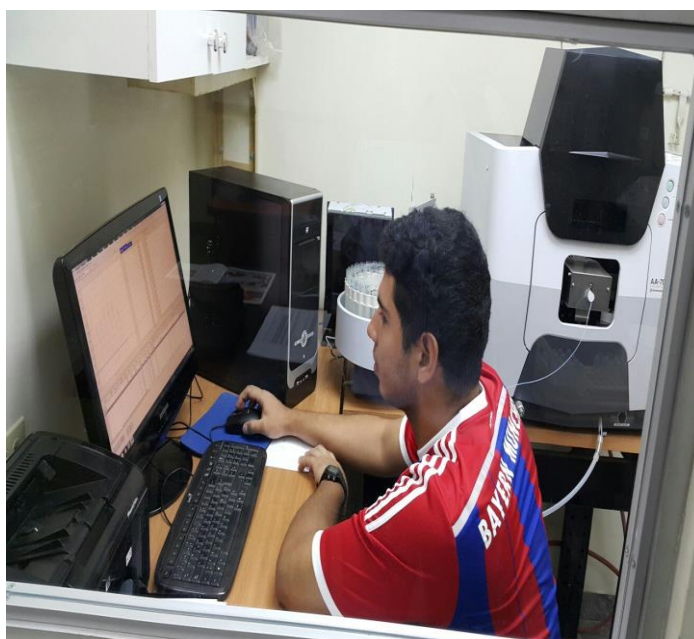


(B)



(C)

ANEXO XVII. PREPARACIÓN DE DILUCIONES Y LECTURA DE MACRONUTRIENTES POR MEDIO DE APARATO DE ABSORCIÓN ATÓMICA



ANEXO XVIII. CUADRO DE EFECTO DE LOS CORTES SOBRE EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA POR HECTÁREA.

Test:Tukey Alfa=0.05; DMS=363.20162; Error: 269494.5889; gl: 45

<u>Corte</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
1.00	1574.04	24	105.97	C
3.00	2129.71	24	105.97	B
2.00	2895.07	24	105.97	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: El Autor.

ANEXO XIX. CUADRO DE EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA POR HECTÁREA.

Test:Tukey Alfa=0.05; DMS=630.70922; Error: 269494.5889; gl: 45

<u>Trat.</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
0.00	1416.25	12	149.86	B
50.00	2133.20	12	149.86	A
75.00	2150.66	12	149.86	A
100.00	2406.12	12	149.86	A
125.00	2473.69	12	149.86	A
150.00	2617.71	12	149.86	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: El Autor.

ANEXO XX. EFECTO DE LOS CORTES SOBRE LA COBERTURA DE LA PASTURA.

Test:Tukey Alfa=0.05; DMS=5.48706; Error: 61.5083; gl: 45

<u>Corte</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
1.00	67.71	24	1.60	B
3.00	72.63	24	1.60	BA
2.00	74.38	24	1.60	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: El Autor.

ANEXO XXI. CUADRO DE EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE COBERTURA DE LA PASTURA.

Test:Tukey Alfa=0.05; DMS=9.52843; Error: 61.5083; gl: 45

<u>Trat.</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
0.00	62.50	12	2.26	C
75.00	65.17	12	2.26	C
50.00	66.25	12	2.26	AB
100.00	75.58	12	2.26	BA
150.00	79.00	12	2.26	A
125.00	80.92	12	2.26	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: El Autor.

ANEXO XXII. CUADRO DE EFECTO DE LOS CORTES SOBRE LA ALTURA DE PLANTA.

Test:Tukey Alfa=0.05; DMS=3.92476; Error: 31.4688; gl: 45

<u>Corte</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
1.00	61.64	24	1.15	C
3.00	73.54	24	1.15	B
2.00	77.98	24	1.15	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: El Autor.

ANEXO XXIII. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE LA ALTURA DE PLANTA.

Test:Tukey Alfa=0.05; DMS=9.52843; Error: 61.5083; gl: 45

<u>Trat.</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E</u>	
75.00	65.03	12	1.62	C
0.00	65.42	12	1.62	C
50.00	67.95	12	1.62	BC
100.00	72.40	12	1.62	AB
125.00	76.55	12	1.62	A
150.00	78.97	12	1.62	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: El Autor.

ANEXO XXIV. CUADRO DE EFECTO DE LOS CORTES SOBRE LA PROTEÍNA CRUDA DEL FORRAJE.

Test:Tukey Alfa=0.05; DMS=0.67065; Error: 0.9188; gl: 45

<u>Corte</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
2.00	6.44	24	0.20	C
1.00	7.74	24	0.20	B
3.00	10.37	24	0.20	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: El Autor.

ANEXO XXV. CUADRO DE EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN NITRÓGENADA SOBRE LA PROTEÍNA CRUDA DEL FORRAJE.

Test:Tukey Alfa=0.05; DMS=1.16460; Error: 0.9188; gl: 45

Trat.	Medias	n	E.E	
0.00	6.62	12	0.28	C
50.00	7.59	12	0.28	BC
75.00	7.95	12	0.28	B
125.00	8.54	12	0.28	B
100.00	8.55	12	0.28	B
150.00	9.83	12	0.28	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: El Autor.

ANEXO XXVI. CUADRO DE EFECTO DE LOS CORTES SOBRE EL CONTENIDO (%) DE MATERIA SECA DEL FORRAJE.

Test:Tukey Alfa=0.05; DMS=1.72456; Error: 6.0759; gl: 45

Corte	Medias	n	E.E.	
3.00	24.03	24	0.50	C
2.00	28.01	24	0.50	B
1.00	30.91	24	0.50	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: El Autor.

ANEXO XXVII. CUADRO DE EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL CONTENIDO (%) DE MATERIA SECA DEL FORRAJE.

Test:Tukey Alfa=0.05; DMS=2.99475; Error: 6.0759; gl: 45

Trat.	Medias	n	E.E.	
150.00	26.52	12	0.71	A
0.00	27.58	12	0.71	A
50.00	27.72	12	0.71	A
125.00	27.79	12	0.71	A
100.00	27.86	12	0.71	A
75.00	28.42	12	0.71	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: El Autor.

ANEXO XXVIII. CUADRO DE EFECTO DE LOS CORTES SOBRE EL PORCENTAJE (%) DE CENIZA EN EL FORRAJE.

Test:Tukey Alfa=0.05; DMS=0.40518; Error: 0.3354; gl: 45

Corte	Medias	n	E.E.	
1.00	6.35	24	0.12	B
2.00	6.61	24	0.12	B
3.00	7.75	24	0.12	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: El Autor.

ANEXO XXIX. CUADRO DE EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL PORCENTAJE (%) DE CENIZA EN EL FORRAJE.

Test:Tukey Alfa=0.05; DMS=0.70360; Error: 0.3354; gl: 45

Trat.	Medias	n	E.E.	
150.00	6.36	12	0.17	C
100.00	6.50	12	0.17	C
125.00	6.62	12	0.17	CB
75.00	6.64	12	0.17	CB
50.00	7.28	12	0.17	B
0.00	8.02	12	0.17	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: El Autor.

ANEXO XXX. CUADRO DE EFECTO DE LOS CORTES SOBRE EL CONTENIDO (%) DE FÓSFORO EN EL FORRAJE

Test:Tukey Alfa=0.05; DMS=0.02172; Error: 0.0010; gl: 45

Corte	Medias	n	E.E.	
1.00	0.28	24	0.01	B
2.00	0.28	24	0.01	B
3.00	0.33	24	0.01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: El Autor.

ANEXO XXXI. CUADRO DE EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL CONTENIDO (%) DE FÓSFORO EN EL FORRAJE

Test:Tukey Alfa=0.05; DMS=0.03772; Error: 0.0010; gl: 45

<u>Trat.</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E</u>	
100.00	0.29	12	0.01	A
75.00	0.29	12	0.01	A
50.00	0.29	12	0.01	A
125.00	0.29	12	0.01	A
150.00	0.30	12	0.01	A
0.00	0.31	12	0.01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: El Autor.

ANEXO XXXII. CUADRO DE EFECTO DE LOS CORTES SOBRE EL CONTENIDO (%) DE CALCIO EN EL FORRAJE.

Test:Tukey Alfa=0.05; DMS=0.07630; Error: 0.0119; gl: 45

<u>Corte</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
1.00	0.63	24	0.02	A
2.00	0.64	24	0.02	A
3.00	0.68	24	0.02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: El Autor.

ANEXO XXXIII. CUADRO DE EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL CONTENIDO (%) DE CALCIO EN EL FORRAJE.

Test:Tukey Alfa=0.05; DMS=0.13249; Error: 0.0119; gl: 45

<u>Trat.</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E</u>	
50.00	0.61	12	0.03	A
0.00	0.64	12	0.03	A
125.00	0.64	12	0.03	A
100.00	0.65	12	0.03	A
150.00	0.66	12	0.03	A
75.00	0.70	12	0.03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: El Autor.

ANEXO XXXIV. CUADRO DE EFECTO DE LOS CORTES SOBRE EL CONTENIDO (%) DE MAGNESIO EN EL FORRAJE.

Test:Tukey Alfa=0.05; DMS=0.04096; Error: 0.0034; gl: 45

<u>Corte</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
2.00	0.67	24	0.01	A
1.00	0.67	24	0.01	A
3.00	0.69	24	0.01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: El Autor.

ANEXO XXXV. CUADRO DE EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL CONTENIDO (%) DE MAGNESIO EN EL FORRAJE.

Test:Tukey Alfa=0.05; DMS=0.07112; Error: 0.0034; gl: 45

Trat.	Medias	n	E.E	
50.00	0.66	12	0.02	A
0.00	0.66	12	0.02	A
100.00	0.66	12	0.02	A
150.00	0.67	12	0.02	A
125.00	0.69	12	0.02	A
75.00	0.70	12	0.02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: El Autor.

ANEXO XXXVI. CLASIFICACION DEL VALOR NUTRITIVO DE LOS FORRAJES EXPRESADOS EN BASE SECA SEGÚN FUDGE Y FRAPS (1974).

VALOR NUTRITIVO	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	DEFICIENTE
Proteína cruda %	16.5 ó más	12 ó más	7.5 a 11.9	7.4 ó menos
Fibra cruda %	27.5 ó menos	33.5 a 27.6	39.5 a 33.5	39.6 ó más
Carbohidratos %	50 ó más	43 a 49.9	35.5 a 42.9	35.4 ó menos
Total nutrientes digestibles %	55 ó más	43 a 54.9	36 a 42.9	35.9 ó menos
Grasa %	4 ó más	3 a 3.9	2 a 2.9	1.9 ó menos
Calcio %	0.6 ó más	0.3 a 0.59	0.16 a 0.29	0.15 ó menos
Fosforo	0.45 ó más	0.30 a 0.40	0.15 a 0.29	0.15 ó menos