

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

Departamento Académico de Ciencia Animal



**“Evaluar la Producción del Pasto Elefante Enano
(Pennisetum purpureum cv Mott) con Diferentes
Dosis de Fertilización Nitrogenada Durante la Epoca
Seca en la Zona de Selva Alta”**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

HENRY GUEVARA ALFARO

PROMOCION 2001 – II

**Tingo María — Perú
2003**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE ZOOTECNIA**

Av. Universitaria Km. 2 Tefefax: (064) 561280 faczoot@hotmail.com
TINGO MARÍA

"AÑO DE LOS DERECHOS DE LA PERSONA CON DISCAPACIDAD Y CENTENARIO DEL
NACIMIENTO DE JORGE BASADRE GROHMANN"

"Año del Sesquicentenario del Nacimiento del Héroe Coronel Leoncio Prado Gutiérrez"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 23 de mayo del 2003, a horas 07:00 p.m., para calificar la tesis titulada:

"EVALUAR LA PRODUCCION DEL PASTO ELEFANTE ENANO (*Pennisetum purpureum cv Mott*) CON DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACION NITROGENADA DURANTE LA EPOCA SECA EN LA ZONA DE SELVA ALTA".

Presentada por el Bachiller **HENRY GUEVARA ALFARO**; después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **"BUENO"**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el **Título de INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título, de conformidad con lo establecido en el Art. 81 inc. M, del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 27 de mayo del 2003.

Ing° M.Sc. **WILFREDO DA CRUZ DEL AGUILA**
Presidente

Ing° M.Sc. **MIGUEL PÉREZ OLANO**
Miembro

Ing° M.Sc. **MEDARDO DIAZ CESPEDES**
Asesor

Ing° M.Sc. **EBER CARDENAS RIVERA**
Asesor

DEDICATORIA

- A nuestro señor Jesucristo por darme la fuerza espiritual permitiéndome lograr una de mis metas trazadas.
- A mis queridos padres Mesías Guevara y Rosalina Alfaro por sus sabios consejos y apoyo incondicional en mi formación como profesional.
- A mis hermanos Carmen, Rosalina, Judith y Miguel Angel, por su apoyo moral y la confianza que siempre tuvieron en mí.
- A mis queridos abuelos Juan y Serafina, mis tíos y primos que de una u otra forma contribuyeron para culminar mi carrera.
- A mi recordado abuelo Miguel Guevara M. y a mi amigo Pedro Tuestas quienes desde el cielo guían mis pasos por el bien.

AGRADECIMIENTO

- Al Ing. MSc. Medardo Días Céspedes e Ing. MSc. Eber Cárdenas Rivera, asesores de la presente tesis, por su apoyo, consejos y conocimientos impartidos hacia mi persona.
- A mi alma mater, UNAS, institución que me acogió y formó como profesional al servicio y desarrollo del país.
- A los docentes de la facultad de Zootecnia de la UNAS, por la enseñanza y conocimientos brindados durante mi vida universitaria.
- A mis amigos Helio Laura, Arturo Bajonero, Walter Pérez, Richard Herhuay, Jorge Romero y demás compañeros por su amistad y apoyo brindado.
- A la Ing. Luz M. Follegatti, por su amistad y apoyo incondicional en la realización de la tesis.
- A la señora Glelia Ríos S. por su comprensión, confianza y apoyo en la ejecución del presente trabajo de investigación.

INDICE GENERAL

	Páginas
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	3
2.1. Descripción general del pasto elefante enano (<i>Pennissetum Purpureum</i> cv. Mott).....	3
2.2. Evaluación agronómica del pasto elefante enano.....	4
2.2.1. Altura de planta, cobertura, recuento de planta y relación hoja: tallo del pasto elefante enano.....	4
2.2.2. Producción de forraje del pasto elefante enano.....	9
2.3. Composición química del pasto elefante enano.....	10
2.4. Fertilización nitrogenada.....	13
2.4.1. El nitrógeno.....	13
2.4.2. El nitrógeno entre los sistemas fertilizante-suelo-planta...	16
2.5. Efecto de las frecuencias de corte sobre la producción del pasto elefante enano.....	18
2.6. Efectos medio ambientales.....	20
III. MATERIALES Y METODOS.....	22
3.1. Localización del experimento.....	22
3.2. Características climáticas de la zona experimental.....	22
3.3. Descripción del área experimental.....	24
3.4. Variables independientes.....	24
3.5. Tratamientos en estudio.....	25
3.6. Análisis estadístico.....	26
3.7. Croquis del área experimental.....	27
3.8. Variables dependientes.....	29
3.9. Datos a registrar.....	29
IV. RESULTADOS.....	33
4.1. Efecto de la dosis de nitrógeno frecuencias de corte sobre las respuestas agronómicas del pasto elefante enano (<i>Pennissetum purpureum</i> cv. Mott).....	33

4.2.	Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencias de corte sobre la producción de materia seca (k/ha/corte) y contenido de proteína cruda (%) expresados en base seca del pasto elefante enano (<i>Pennissetum purpureum</i> cv. Mott).....	37
V.	DISCUSION.....	41
5.1.	Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencias de corte sobre las respuestas agronómicas del pasto elefante enano (<i>Pennissetum purpureum</i> cv. Mott).....	41
5.2.	Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencias de corte sobre la producción de materia seca (k/ha/corte) y contenido de proteína cruda (%) expresados en base seca del pasto elefante enano (<i>Pennissetum purpureum</i> cv. Mott).....	45
VI.	CONCLUSIONES.....	48
VII.	RECOMENDACIONES.....	49
VIII.	ABSTRACT.....	50
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	52
X.	ANEXO.....	57

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Distribución de los tratamientos en función a dosis creciente de Nitrógeno (k/ha/año) y frecuencias de corte (semanas).....	26
2. Efecto de la dosis de nitrógeno (DN) y frecuencias de corte (FC) sobre la altura de la planta (AP), cobertura (C), recuento de planta (RP) y relación hoja: tallo (RHT) del pasto elefante enano en la época seca....	34
3..Efecto de la dosis de nitrógeno (DN) y frecuencias de corte (FC) sobre la producción de materia seca (k/ha/año) en la fracción hoja (FH), fracción tallo (FT), planta total (PT) y contenido de proteína cruda (%) expresados en base seca del pasto elefante enano en la época seca.....	38

INDICE DE FIGURAS Y GRAFICOS

Figura	Página
1. Dimensión y distribución de parcelas principales (dosis de fertilización nitrogenada) y parcelas secundarias (frecuencias de corte) del área experimental.....	28

Gráfico	Página
1. Lluvias mensuales acumulativas (mm): mayo a octubre del 2002.....	23
2. Altura de planta (cm).....	35
3. Cobertura (%).....	35
4. Recuento de planta.....	36
5. Relación hoja: tallo.....	36
6. Producción de materia seca en fracción hoja (k/ha/corte).....	39
7. Producción de materia seca en fracción tallo (k/ha/corte).....	39
8. Producción de materia seca en la planta total (k/ha/corte).....	40
9. Contenido de proteína cruda (%MS).....	40

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1. Precipitación (mm) semanal y acumulado mensual: mayo a octubre del 2002 en Tingo María.
2. Temperatura media semanal (°C): mayo a octubre del 2002 en Tingo María.
3. Características de los suelos del área experimental obtenidos a 10 y 20cm de profundidad, al inicio de la evaluación en Tingo María.
4. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de la altura de planta del pasto elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv Mott) en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de corte en época seca.
5. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de la cobertura del pasto elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv Mott) en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de corte en época seca.
6. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias del recuento de planta del pasto elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv Mott) en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de corte en época seca.
7. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de la relación hoja: tallo del pasto elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv Mott) en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de corte en época seca.

8. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias del contenido de materia seca (%) en la fracción hoja del pasto elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv Mott) en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de corte en época seca.
9. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias del contenido de materia seca (%) en la fracción tallo del pasto elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv Mott) en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de corte en época seca.
10. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias del contenido de materia seca (%) de la planta total del pasto elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv Mott) en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de corte en época seca.
11. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias del contenido de proteína cruda (%) del pasto elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv Mott) en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de corte en época seca.
12. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de la producción de materia seca (k/ha/corte) en la fracción hoja del pasto elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv Mott) en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de corte en época seca.
13. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de la producción de materia seca (k/ha/corte) en la fracción tallo del pasto elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv Mott) en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de corte en época seca.

14. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de la producción de materia seca (k/ha/corte) en la planta total del pasto elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv Mott) en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de corte en época seca.
15. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de la producción de proteína cruda (k/ha/corte) expresados en base seca del pasto elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv Mott) en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de corte en época seca.
16. Efecto de la dosis de nitrógeno (DN) y frecuencias de corte (FC) sobre el contenido de materia seca en la fracción hoja (FH), fracción tallo (FT), planta total (PT) y producción de proteína cruda (k/ha/corte) en el pasto elefante enano en la época seca.
17. Costo de producción para la instalación de una hectárea de pasto elefante enano.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en las pasturas del fundo ganadero EL MANANTIAL, localizado en Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, a una altitud de 660 m.s.n.m y con una precipitación pluvial mensual acumulada de 726.1mm (junio- octubre del 2002). El pasto en estudio fue el elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) dispuestas en 3 bloques, con 4 parcelas principales (dosis de fertilizantes nitrogenados: 0, 200, 300 y 400 k/ha/año) y 4 parcelas secundarias (frecuencias de corte: 3, 6, 9 y 12 semanas). Las evaluaciones se realizaron de acuerdo con los tratamientos, cada tres semanas. Se realizaron análisis de materia seca y proteína cruda y también se evaluó altura de planta, cobertura, número de macollos y relación hoja: tallo, utilizando un DBCA con arreglo de parcelas divididas. Se encontró diferencias significativas por efecto de dosis de nitrógeno sobre la altura de planta, cobertura y recuento de planta, pero no en la relación hoja: tallo; sin embargo, todos varían por efecto de frecuencias de corte. Así mismo, existe diferencias altamente significativas en la producción de forraje y entre la interacción de la frecuencia de corte y dosis de nitrógeno en el contenido de proteína cruda (%MS). Por lo tanto es recomendable utilizar el elefante enano entre la 6^{ta} y 9^{na} semana de edad en base a los resultados de producción de la materia seca y proteína y con una dosis de nitrógeno de 300 k/ha/año.

I. INTRODUCCION

En el trópico los sistemas de producción extensiva con rumiantes se basan en forrajes nativos o cultivados, que al ser manejados inadecuadamente afectan la calidad de alimento y el consumo de las pasturas.

La selva peruana presenta dos épocas bien definidas en función a las precipitaciones. La época de mayor precipitación (noviembre – abril) y otra época de menos precipitación (mayo – octubre). Durante la época seca, se altera la cantidad y calidad de los pastos, incluso por debajo de los niveles críticos para los animales al pastoreo. La escasez de agua ha sido a menudo un obstáculo para obtener pastos de buena calidad y en gran cantidad, en esta época los pastos presentan un crecimiento lento y maduración rápida, la cual afecta en el rendimiento, la palatabilidad y la calidad.

La búsqueda de germoplasmas adaptadas a las condiciones climáticas y edáficas de la zona de la selva peruana será un trabajo permanente para los investigadores de pasturas. Estas especies no solo deben ser buenas productoras de biomasa sino también deben estar acondicionadas morfológica y fisiológicamente para resistir la presión de pisoteo del ganado, competencia de maleza y el ataque de plagas y enfermedades.

Dentro de esta alternativa tenemos el pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott), por ser una gramínea que ha demostrado

su gran adaptabilidad a las condiciones del trópico centro y sur americano, por tener un rápido crecimiento, excelente condición forrajera, buen consumo por los animales y un alto valor nutritivo (CLAVERO y FERRER, 1995).

Una especie forrajera para considerarla promisoría debe mostrar condiciones de adaptabilidad a suelos de baja fertilidad y climas tropicales húmedos con precipitaciones y temperaturas altas, como también responder a la fertilización, especialmente nitrogenada, por tener influencia notoria en mejorar el rendimiento productivo y la calidad nutritiva. En base a lo anterior nos permitimos plantear la siguiente hipótesis: Si se fertiliza con dosis creciente de nitrógeno, el incremento será alto en el rendimiento y la calidad nutritiva del pasto Elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv. Mott) en la época seca.

Los objetivos planteados por el presente trabajo son los siguientes:

Objetivo general:

- Evaluar la producción y calidad del pasto Elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv Mott) bajo efectos de dosis creciente de nitrógeno durante la época seca.

Objetivos específicos:

- Evaluar el porcentaje de cobertura, altura de planta, número de macollos y producción de materia seca del pasto Elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv. Mott) por efecto de dosis creciente de nitrógeno.
- Determinar la dosis de fertilización nitrogenada y edad de corte que permita optimizar la producción de materia seca y proteína total.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Descripción general del pasto elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv. Mott)

El pasto elefante enano conocido también como King grass enano es una variedad mejorada, que se logró reducir la altura de los tallos y la longitud de los entrenudos y aumentar la cantidad de hojas, mejorando por consiguiente la relación hoja: tallo y las bondades nutritivas de los mismos. Es un pasto que se adapta a diferentes medios, son persistentes a la defoliación, resistentes a plagas y enfermedades, y su composición química cambia en función al estadio fenológico (DEAN *et al.*, 1992).

El pasto elefante enano se caracteriza por su alto valor nutritivo, precocidad y un amplio rango de adaptación a diferentes medios. Además soportan las presiones del pastoreo sin afectar significativamente los contenidos de proteína y digestibilidad de la materia seca. Siendo considerado como un pasto tropical de alta calidad, presentando una producción de hojas muy elevadas y una alta relación hoja: tallo (CARMONA y RODRÍGUEZ, 1979; CARABALLO *et al.*, 1997).

CLAVERO y FERRER (1995), señalan que el pasto elefante enano es una gramínea de crecimiento en macollos en la cual muchos rebrotes provienen de yemas basales de tallos que se encuentran en la periferia del

suelo. Así mismo, se obtiene abundante material vegetal proveniente de los rebrotes los cuales presentan bajo contenido en pared celular y por lo tanto bajo contenido en fibra.

2.2. Evaluación agronómica del pasto elefante enano

La adaptación de germoplasmas a las condiciones de climas, suelos, plagas y enfermedades de una región, área o localidad; es el punto de partida lógica de toda investigación en pastos. Esto es de vital importancia para los suelos ácidos e infértiles del trópico, donde se conoce un número reducido de especies que sobreviven a estas condiciones (CIAT, 1998).

Las evaluaciones agronómicas de adaptación a germoplasmas de pastos tropicales, están concebidas en dos etapas: primero para evaluar la supervivencia de tales materiales en el ecosistema y segundo su adaptación, mediante mediciones de producción estacional. Se considera que la cantidad de materia seca es la medida que mejor habla de la adaptabilidad relativa de una especie a un medio específico, la cual debe tomarse en dos oportunidades al año, durante la época de máxima y mínima precipitación (CIAT, 1998).

2.2.1. Altura de planta, cobertura, recuento de planta y relación hoja:

tallo del pasto elefante enano

La red internacional de evaluación de pastos y forrajes tropicales (RIEPT), recomienda que para obtener información de productividad estacional como medida de adaptación al medio, se debe tomar información sobre los

siguientes aspectos básicos para la evaluación agronómica tales como: altura de planta, cobertura (%), recuento de planta y relación hoja: tallo (CIAT, 1998).

FOLLEGATTI (2002), al evaluar el pasto elefante enano en función a frecuencias de corte reporta los siguientes resultados en la variable altura: 30.83, 66.75, 92.42 y 120cm a la 3^{ra}, 6^{ta}, 9^{na} y 12^{va} semana respectivamente, con relación a la variable cobertura obtuvo: 44.75, 39.5, 44.25 y 44.75%, y en la relación hoja: tallo: 4.1, 1.96, 1.60 y 1.1 a la 3^{ra}, 6^{ta}, 9^{na} y 12^{va} semana respectivamente.

SOTO (1993), al estudiar las respuestas del pasto elefante enano a la aplicación de fertilizantes nitrogenados encontró que las mayores alturas se expresaron en las plantas que recibieron las dosis de 300 y 450 k de N/ha/año, con valores de 90.87 y 86.80cm respectivamente, evaluadas a la séptima semana post aplicación. Así mismo, manifiesta que en las plantas que recibieron estas dosis de nitrógeno se logró obtener un incremento de 16 y 20cm respectivamente con relación al tratamiento que no recibió fertilización nitrogenada.

CLAVERO y PULGAR (1995), al estudiar la dinámica de crecimiento del pasto elefante enano sometido a diferentes manejos de defoliación, frecuencias de corte (28, 42 y 56 días) y altura de cortes (10, 20 y 40cm), observaron que la altura de las plantas (143.47cm) se incrementó a medida que las intensidades y frecuencias de defoliación disminuían (56 días y 40cm). Este mismo autor señala que las constantes defoliaciones severas ocasionan que el pasto elefante enano responda, reduciendo la tasa de elongación de los entrenudos, manteniéndolos cortos y asumiendo un hábito de

crecimiento más postrado, como mecanismo de adaptación. También concluyen que los tallos de plantas sometidas a defoliaciones moderadas producen 2.5 veces más materia seca que las sometidas a defoliaciones más severas (28 días y 10cm), al obtener una altura de planta de 65.38cm.

QUINTEROS *et al.*, (1994), señalan que se deben aumentar la altura de corte y acortar las frecuencias de corte, ya que al ser muy bajos y las defoliaciones severas, el pastizal tardaría más en recuperarse por estar eliminando sus puntos de reserva.

PICHARD *et al.* (1987), indican que las gramíneas utilizadas como forrajes, poseen en general una elevación y rápida respuesta a la fertilización nitrogenada y su resultado está relacionado a factores ambientales y biológicos que inciden en mayor o menor grado en el comportamiento del cultivo. Algunos de estos factores son: duración del periodo de crecimiento, estado fisiológico en el momento de la fertilización, temperatura ambiental y disposición de agua durante el desarrollo del cultivo, fertilidad del suelo, tipo de fertilizante utilizado.

Con relación al recuento de planta (número de macollos), CLAVERO y PULGAR (1995), señalan que el número de tallos basales por planta a medida que las frecuencias de corte disminuyen y la intensidad de defoliaciones aumentan, el número de tallos basales por planta se incrementa variando desde 60 (28 días de intervalo entre corte y 10cm de altura de defoliación) hasta 46 (56 días de intervalo entre corte y 40cm de altura de defoliación). Así mismo, manifiesta que el mayor efecto se debe a las frecuencias de corte.

La máxima área foliar no tiene lugar necesariamente en el momento en que las hojas funcionan con la mayor eficacia, ya que la velocidad de asimilación neta tiende a disminuir a medida que aumenta el índice de superficie foliar, simplemente a causa de que a medida que se produce más hojas las inferiores van quedando sombreadas. La intensidad de crecimiento relativo también tiene una tendencia continua a decrecer desde el comienzo hasta el final del periodo vegetativo; esta disminución se debe a que con el aumento del índice del área foliar es mayor la cantidad de hojas autosombradas y la eficacia del material existente para formar nuevo material disminuye (TISDALE y NELSON, 1991).

AZCON y BIETO (1996), indican que los pastos reaccionan a la influencia de determinados factores ecológicos o ambientales (climáticos, edáficos y bióticos) que afectan el crecimiento y el metabolismo de los mismos y determinan en gran parte la adaptación de esta especie forrajera en particular a un medio dado.

La cobertura (área foliar de la planta) disminuye como consecuencia de una reducida tasa fotosintética (QUINTEROS *et al.*, 1994). También afirman que la evaporación y precipitación son los factores más influyentes que ocasionan una disminución del área foliar de la planta, pues reportan que cuando el aire se seca en una superficie foliar, los estomas se cierran y la luz no es utilizada eficientemente.

La producción de biomasa de un forraje está afectada por la edad (estadio fenológico). A medida que el pasto madura la producción de biomasa

aumenta, mientras que el valor nutricional medidos en función al contenido de proteína cruda, fibra cruda y digestibilidad disminuye (VAN SOEST, 1987).

La relación hoja: tallo en la estructura de las plantas decrece con la edad de las mismas, encontrándose una relación hoja: tallo de 3.17 a la 3^{ra} semana. Así mismo, ocasionan un incremento en la elongación de los entrenudos, y muchos entran en una etapa cercana a la fase reproductiva. Todos estos factores conducen a una mayor proporción de tejido estructural, la cual es alta en fibra (CLAVERO y FERRER, 1995).

DEAN y CLAVERO (1992), manifiestan que los tallos en el pasto elefante enano comienzan a diferenciarse a partir de la cuarta semana de edad incrementándose notablemente a partir de la octava semana, lo cual puede asociarse con un aumento en la pérdida del valor nutritivo del pasto. También señala que desde el punto de vista cualitativo la edad adecuada de utilización de este forraje podría ubicarse alrededor de la séptima semana.

Al comparar nueve cultivares y un híbrido del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott), en el sur del lago de Maracaibo en Venezuela, encontró una relación hoja: tallo en base seca de 1.75, 2.07 y 1.45 a la 6^{ta}, 8^{va} y 12^{va} semana respectivamente, todos superior a uno, evidenciando las cualidades forrajeras de esta gramínea para la alimentación del ganado, dada su preferencia al consumo de hojas que de tallos (CARMONA y RODRÍGUEZ, 1979).

Existe una tendencia de la materia seca de hoja, tallo y material muerto a aumentar su rendimiento a medida que incrementa las dosis de fertilizante nitrogenada, en un 94.0, 85.5 y 84.26% respectivamente, al

comparar la fertilización de 450 k de N/ha/año, con la no fertilización. Además, la aplicación de nitrógeno tiene efectos poco consistentes sobre el número de hojas por tallos, pero incrementan la tasa de expansión en las hojas y aumentan su tamaño provocando una mayor área de fotosíntesis (FARIA, 1985).

Estudios realizados en el pasto elefante enano señalaron que a partir de la 5^{ta} semana comenzó a manifestarse el proceso de senescencia en los estratos inferiores, principalmente en las fracciones de hojas y en los tallos jóvenes originados por rebrotes basales (38 g/planta) incrementándose hasta el final de la evaluación a la 11^{va} semana (191 g/planta). La aceleración en el proceso de senescencia está estrechamente relacionada con la pérdida del valor nutritivo del follaje ya que la acumulación de hojas muertas puede afectar negativamente la digestibilidad de todo el forraje (DEAN y CLAVERO, 1992).

2.2.2. Producción de forraje del pasto elefante enano

La respuesta de las plantas puede ser evaluada de diferentes maneras, normalmente los investigadores coinciden en que la producción de materia seca es una de las mejores medidas cuantitativas (BERNAL, 1986).

Investigaciones realizadas en Turrialba, con siete variedades del pasto elefante enano y cortadas cada 42 días, se obtuvo las variedades: Elefante 532, Panamá, Candelaria y Elefante 534 con 3.882, 3.926, 3.500 y 3.430 k/ha de materia seca respectivamente (ALBA y SEMPLE, 1965).

CARMONA y RODRÍGUEZ (1979), al evaluar nueve cultivares y un híbrido del pasto elefante enano, en el sur del lago de Maracaibo, en la

estación experimental el Guayabo (Venezuela), y fertilizados con urea en cantidades de 200 k/ha/año, a tres frecuencias de cortes (6, 8 y 10 semanas); señala, específicamente que el pasto elefante enano presenta rendimientos de materia seca de 2052.2, 1103.54 y 845.10 k/ha, a la 10^{ma}, 8^{va} y 6^{ta} semana respectivamente. Por su parte, HERNÁNDEZ y RODRÍGUEZ (1978), señalan que a medida que se incrementan los niveles de nitrógeno, aumenta la producción de materia seca; en un orden de 5.35, 9.82 y 11.73 t MS/ha a 150, 300 y 450 k de N/ha/año respectivamente. Otras investigaciones en el pasto elefante enano, reportaron rendimientos de 5.17, 9.36 y 13.26 t MS/ha/año, con dosis de fertilización de 0, 150 y 300 k de N/ha/año, respectivamente (VALENTIM *et al.*, 1988).

BERNAL (1986), indica que el pasto King grass responde muy bien a la aplicación de 200 k de N/ha/año, la respuesta a la aplicación se hace evidente entre 30 y 45 días después del corte, que es cuando se presenta el mayor crecimiento: con una producción de 7.5 t MS/ha.

2.3. Composición química del pasto elefante enano

La composición química en general de las plantas depende grandemente de la edad, parte de la planta y fertilización. La edad es el factor que más puede afectar la calidad del pasto debido a los cambios que ésta introduce en el metabolismo vegetal, pues con el incremento de ella, las formas solubles y digestibilidad disminuyen y los carbohidratos estructurales aumentan (LEON y PEON, 1984).

Según VAN SOEST (1987), el valor nutritivo del forraje está limitado por su composición química y digestibilidad, afirmando que el uso de la composición química como indicador de la calidad de un forraje es muy común, y que, es importante que tales patrones analíticos de calidad, reflejen los factores reales que determinen la composición y calidad del forraje. El valor nutritivo de un forraje está afectado por la edad (estado fenológico) a la cual es evaluada. A medida que el pasto madura la producción de biomasa aumenta, mientras que el valor nutricional medido en función al contenido de proteína cruda, fibra cruda, materia seca, cenizas y digestibilidad disminuye.

El crecimiento de las plantas anuales tiende a alcanzar un máximo con cantidades crecientes de elementos nutritivos, bajo unas particulares condiciones ambientales, y a menudo las plantas que producen los mejores rendimientos de materia seca tienen los menores porcentajes de nitrógeno en sus tejidos (TEUSCHER y RUDOLPH, 1981).

Mc DONALD y EDWARDS (1995), manifiestan que el contenido de materia seca de un forraje, varía con la edad (estado de madurez de la planta) y con las condiciones climatológicas. Por su parte MINSON (1990), señala que los niveles de humedad de los forrajes frescos, oscilan entre 75 – 85%. Así mismo, los forrajes muy succulentos, y/o tiernos, el agua puede tener un efecto muy adverso sobre el consumo de materia seca y el valor nutritivo (CHURCH y POND, 1996).

Con relación a la proteína, por lo general se asume que el nitrógeno de la planta multiplicado por 6.25 corresponde al contenido de este nutriente, fracción que incluye nitrógeno proteico y nitrógeno no proteico. En los

forrajes frescos, aproximadamente el 70% de nitrógeno total corresponde a la proteína verdadera, un 5 – 10% está ligada a la lignina y el resto es nitrógeno no proteico (VAN SOEST, 1987). Señala también que las proteínas verdaderas y el nitrógeno no proteico son completamente disponibles, en cambio la proteína ligada a la lignina es indigestible.

En las gramíneas el nivel de proteína total, en general disminuye desde 18 – 6% entre la segunda y décima semana de crecimiento, a consecuencia del incremento de vainas foliares y tallos, los cuales tienen un menor contenido de proteína total; además, por un descenso de la proteína total en todas las fracciones de la planta a medida que estas maduren (MINSON, 1990).

AZCON y BIETO (1996), reporta que las especies difieren entre sí en el grado y periodo de tolerancia a la sequía; generalmente, estas características guardan relación inversa con la producción de biomasa. Los diferentes mecanismos de respuesta de la planta, que permiten aumentar la tolerancia a la sequía, tales como el comportamiento estomático, los cambios morfológicos en la hoja, la osmorregulación y las alteraciones en la relación raíz/parte aérea ocasionan, al mismo tiempo, reducción en su capacidad de producción. La forma más corriente de regular el equilibrio hídrico y mantener la turgencia es reducir la pérdida de agua o almacenarla.

La utilización de una fuente de fertilizante nitrogenada es una medida tan eficaz como cualquier otro en aumentar los rendimientos del cultivo. Sin embargo, el factor limitante de su utilización está gobernado más por consideraciones económicas, en tal sentido, su utilización debería ser siempre

en cuando pueda esperarse el máximo rendimiento de un forraje de calidad (rendimiento máximo de nitrógeno) por cada unidad monetaria invertida (TISDALE y NELSON, 1991).

RODRÍGUEZ y GARCIA (1980), afirman que el contenido de proteína cruda de los forrajes decrece con la edad, independientemente de la parte de la planta estudiada. Como todos los forrajes, el pasto elefante enano, no es la excepción, pues en la madurez los niveles de proteína cruda declinan y aumentan el contenido de fibra; encontrándose a la 4^{ta} y 8^{va} semana valores máximos (12.6%) y mínimos (10%), respectivamente. Mientras tanto en épocas de máximas precipitaciones, los niveles de proteína cruda están de 13.2, 13.8 y 11.5% a la 4^{ta}, 6^{ta} y 8^{va} semana respectivamente (CLAVERO y FERRER, 1995).

2.4. Fertilización nitrogenada

2.4.1. El nitrógeno

POTASH y PHOSPHATE INSTITUTE (1986), clasifican al nitrógeno como uno de los 16 elementos químicos esenciales para el crecimiento de las plantas. Así mismo, señala que es considerado como elemento mineral y pertenece al grupo de elementos primarios conjuntamente con el Fósforo (P) y el Potasio (K). El nitrógeno es el constituyente de las proteínas y clorofilas de las plantas, es esencial en la fotosíntesis, crecimiento y reproducción de las plantas, teniendo en cuenta estas múltiples funciones de este elemento mineral primario, es necesario que su absorción sea en grandes cantidades.

El nitrógeno del suelo es un elemento muy móvil y se encuentra íntimamente relacionado con gran cantidad de procesos físicos, químicos y biológicos (ciclo del nitrógeno). El empleo del nitrógeno por las plantas es esencial para la fotosíntesis, crecimiento y reproducción; y constituye la fracción nitrogenada de las proteínas de las plantas, así como también es constituyente de la clorofila de las plantas. Teniendo en cuenta estas múltiples funciones de este elemento primario es necesario propiciar su absorción en grandes cantidades (FASSBENDER, 1991; PARKER, 2000).

En los suelos de áreas con climas tropicales, el contenido de nitrógeno varía ampliamente entre 0.02 a 0.4%. Las cantidades de nitrógeno presentes en el suelo están controladas, especialmente por las condiciones climáticas y la vegetación. El clima tiene una influencia determinante sobre el nivel de nitrógeno en los suelos a través del efecto de la temperatura y las condiciones de humedad (régimen de lluvias) sobre el desarrollo de las plantas y microorganismos. Así mismo, al aumentar la temperatura, decrece el nivel de nitrógeno en el suelo y al intensificarse las lluvias se desarrolla una vegetación más exuberantes y la disposición de restos orgánicos es mayor elevándose así el contenido de nitrógeno y una fijación biológica de nitrógeno bastante activa. En cuanto a la textura, los suelos arcillosos contienen mayores cantidades de nitrógeno que los limosos y arenosos. Los factores edáficos como el pH, el drenaje, la presencia de inhibidores, influyen sobre los microorganismos del suelo y sobre el contenido de nitrógeno. La topografía afecta indirectamente el contenido de nitrógeno, a través del clima, escorrentía, evaporización y transpiración. La precipitación pluvial, influye más que la temperatura sobre el

desarrollo vegetal y, por lo tanto, sobre la producción de materia orgánica y sobre el nitrógeno del suelo (FASSBENDER, 1991).

La deficiencia de nitrógeno en las plantas se caracteriza por una disminución inmediata de la tasa de crecimiento y por una clorosis gradual. La clorosis se inicia en las hojas más viejas debido a que cuando la planta está en una condición de deficiencia de nitrógeno, este elemento se trasloca a los puntos de crecimiento activo (meristemas). Cuando la condición de deficiencia del elemento se acentúa, la clorosis avanza hacia las hojas jóvenes y finalmente se produce la necrosis del tejido. El nitrógeno es un constituyente esencial de un gran número de compuestos indispensables en las plantas forrajeras, pero los síntomas visuales de deficiencia se detecta en la reducción de la síntesis de la clorofila, lo cual se manifiesta con una clorosis foliar (CIAT, 1998).

FIRMAN (1963), señala que los porcentajes de nitrógeno y material mineral en las plantas, tomadas con referencia al residuo seco, son más elevados durante las primeras fases de crecimiento, en tanto que el almidón, celulosa y materiales fibrosos, se acumulan en periodos de maduración.

PARKER (2000), señala que los principales procesos que permiten que el nitrógeno no empleado por las plantas se pierda por el suelo se encuentran la lixiviación, erosión y desnitrificación. También señala que debido a estos procesos los cultivos nunca podrán absorber más del 50% del nitrógeno incorporado en el suelo.

2.4.2. El nitrógeno entre los sistemas fertilizante – suelo – planta

La urea o carbamida, es un material nitrogenado no iónico utilizado industrialmente en la fabricación de plásticos, en fertilizantes y, como suplemento proteico, en el alimento de los animales rumiantes. Su preparación es un poco más complicada que de la mayor parte de sales fertilizantes, que esencialmente, requieren solo la neutralización de un ácido con amoníaco. Se prepara haciendo reaccionar amoníaco y dióxido de carbono gas, bajo muy altas presiones en presencia de un catalizador adecuado. La urea es un material hidrosoluble, formador de ácidos que contiene aproximadamente 45% de nitrógeno (TISDALE y NELSON, 1991).

La urea es un excelente material fertilizante, sin embargo posee diferentes propiedades que deberían ser conocidas para alcanzar los máximos beneficios que pueden derivarse de su utilización. Está relacionada a su rápida hidrólisis. Si la urea se aplica en una superficie desnuda de terreno o un terreno cubierto de céspedes, cantidades significativas de amoníaco pueden perderse por volatilización a causa de esta hidrólisis a carbonato amónico, pero una ligera humedad provocará una respuesta a una cantidad dada de fertilizante nitrogenado (TISDALE y NELSON, 1991; GUERRERO, 1990).

Antes de que las plantas puedan utilizar el nitrógeno, primero es necesaria su incorporación a partir de la atmósfera, ya sea a través de la fijación natural del nitrógeno por parte de las plantas verdes denominadas leguminosas, o a través de la incorporación de fertilizantes comerciales. Una vez incorporado al suelo, y antes de volver a la forma elemental, normalmente el nitrógeno experimenta una serie de cambios o procesos. El proceso total, a

través del cual el nitrógeno atmosférico cambia de forma elemental, a forma utilizable para volver a la forma elemental o nitrógeno atmosférico, se denomina ciclo del nitrógeno (PARKER, 2000).

TERGAS (1984), sostiene que los fertilizantes, en especial los nitrogenados, son uno de los medios más prácticos para mejorar la productividad nitrogenada, en la mayoría de los suelos es una medida de aplicación correcta y necesaria, su dosificación será adecuada si satisface la demanda de las plantas y armoniza simultáneamente con las exigencias del nitrógeno. En este caso se convierte en un medio eficaz para el incremento de los rendimientos, a la vez que es un mejorador de la calidad de los productos cosechados.

BERNAL (1986), manifiesta que la fertilización nitrogenada es la que frecuentemente se recomienda en pastos, la cantidad recomendada responde del contenido de materia orgánica y de las texturas de la capa arable. La fertilización es tal vez el arma más eficiente y rápida para aumentar la producción del forraje, pero debido a una serie de factores pueden presentarse fallas, algunos de estos factores son: baja densidad de planta, deficiencia o exceso de humedad, dosis de fertilizantes demasiadas altas o demasiadas bajas para las condiciones del suelo, fuentes de fertilizantes.

GUERRERO (1990), señala que la urea en forma amídica es muy soluble en agua, por eso cuando se aplica y llueve posteriormente penetra en el terreno hasta que, al combinarse con el agua, se convierte en carbonato amónico. La velocidad de esta transformación depende de la actividad microbiana. En los suelos con una actividad biológica normal la hidrólisis es un

fenómeno rápido: 3 a 4 días en los suelos bien provistos de materia orgánica; más lentos en los suelos pobre en humus, biológicamente activos o muy ácidos o incluso por tiempo frío y seco.

2.5. Efecto de las frecuencias de corte sobre la producción del pasto elefante enano.

La apariencia externa o morfológica de las plantas forrajeras determina el tipo de utilización que de ellas se puede hacer, así, las plantas altas y de crecimiento erecto, se utilizan primordialmente para corte, heno o ensilaje, mientras que los de crecimientos postrados se utilizan principalmente para pastoreo (BERNAL, 1991).

Algunas investigaciones han demostrado variaciones de características morfológicas en pastos tropicales como consecuencia de diferentes tratamientos de cortes (CLAVERO y PULGAR, 1995), quienes, además, reportaron que las especies que producían una gran cantidad de meristemas apicales o tallos reproductivos, eran considerados menos tolerantes al pastoreo y, frente a pastoreo rotativo; el número de tallos por planta incrementan como respuesta al pastoreo, y que continuos e intensos pastoreos reduce el área basal de las plantas por debajo de un tamaño crítico incrementándose la mortalidad de los mismos (MOTT *et al.*, 1986).

En tanto, debido a la mayor elongación de los entre nudos en el pasto elefante enano con la edad, y cuando se disminuye la frecuencia de corte de 6 semanas, la morfología del pasto cambia, ya que al mover los puntos de crecimiento se suprime la formación de macollos y tallos secundarios; retardando el rebrote inicial, disminuyendo el crecimiento y por consiguiente

una menor producción de biomasa total como consecuencia de una disminución de tallos basales (CLAVERO y PULGAR, 1995).

BERNAL (1991), señala que las plantas forrajeras que crecen erectas y en matojos con la mayor parte del área foliar en la parte superior, como los pastos de corte, dependen casi completamente de sus reservas para el rebrote ya que la mayor parte del área foliar es removida cuando se cortan bajo. El descenso en las reservas después del corte indica que estas se emplean para respiración y síntesis de nuevos tejidos y cuando el corte se realiza frecuentemente la cantidad de reserva permanece baja y la planta puede eventualmente morir por agotamiento si no se permite un tiempo suficiente para el almacenamiento de algunas reservas.

En general, cuando se pretende obtener una producción uniforme y una alta calidad del forraje, es necesario, manejar de acuerdo a su morfología y decidir su utilización al corte o pastoreo (CLAVERO y PULGAR, 1995). El corte tiene como consecuencia un aumento del porcentaje de proteína del forraje debido a la remoción del forraje maduro y su reemplazo por tejidos más jóvenes; además, existe una correlación negativa entre materia seca y contenido de nitrógeno del forraje, presentando un problema desde el punto de vista de manejo de forrajes en determinar o encontrar el momento de corte adecuado en el cual el aumento del porcentaje de nitrógeno compense por la disminución en la producción de materia seca para maximizar la producción de proteína. Es así, cuando se cosecha demasiado tiernos, el contenido de nitrógeno será alto, pero el rendimiento de materia seca será muy bajo; por el contrario, si se cosecha muy maduro, el rendimiento de materia seca será alto

pero el contenido de nitrógeno será muy bajo, evidenciando así que el porcentaje de proteína decrece al aumentar la edad del pasto (BERNAL, 1991) y aumenta el contenido de tejidos estructurales, protección y otros contenidos más celulosa (VAN SOEST, 1987).

2.6. Efectos medio ambientales

El desarrollo de muchas plantas en el terreno es proporcional a la cantidad de agua presente, puesto que el crecimiento está restringido entre un nivel muy bajo y un nivel muy alto de humedad del suelo. El agua es requerida por las plantas para la producción de hidratos de carbono, para mantener la hidratación del protoplasma, y como vehículo para el traslado de alimentos y elementos minerales. La tensión de la humedad interna causa reducción en la división y en la extensión de las células, y de aquí, en el desarrollo (TISDALE y NELSON, 1991).

La densidad del volumen, es realmente una medida del espacio del poro en el terreno. El espacio de poro del suelo, está ocupado por aire y agua, siendo la cantidad del uno inversamente proporcional a la cantidad del otro (TISDALE y NELSON, 1991).

TEUSCHER y RUDOLPH (1981) menciona que cuando el agricultor elimina el exceso de agua de sus campos mediante zanjas abiertas, drenes de losetas o labores con arado subsolador, está contribuyendo decididamente a la aireación. El agua que se elimina es sustituida por el aire y los efectos benéficos obtenidos, se deben sobre todo a que el oxígeno puede ser aprovechado con mayor facilidad por las raíces, al mismo tiempo el bióxido

de carbono producido es expulsado más fácilmente. El aire está contenido en los espacios de poro del suelo en la misma forma que el agua edáfica y el libre intercambio entre el agua y el aire es de gran importancia biológica.

El encharcamiento ocasiona un déficit de oxígeno a nivel de las raíces, evitando una adecuada absorción de agua por éstas, y provocando el estrés hídrico de las partes aéreas para eliminar la falta de oxígeno. Estas adaptaciones ocasionan una reducción de crecimiento vegetativo de las partes aéreas e inducen a la presencia de senescencia tales como muerte celular, necrosis, entre otros (AZCON y BIETO, 1996).

El suministro de nitrógeno se relaciona con la utilización de los hidratos de carbono. Cuando las cantidades de nitrógeno son insuficientes, los hidratos de carbono se depositan en las células vegetativas causando un adelgazamiento de las mismas. Cuando el nitrógeno está en cantidades adecuadas, y las condiciones son favorables para el crecimiento, se forman proteínas a partir de los carbohidratos. Se depositan menos hidratos de carbono en la parte vegetativa, se forma más protoplasma, y, a causa de que el protoplasma está altamente hidratado, las plantas resultan más suculentas (TISDALE y NELSON, 1991).

Al investigar el valor nutritivo del pasto elefante enano, mediante la aplicación de fertilizantes nitrogenados, encontraron en la producción una relación hoja: tallo de 1.75 cortadas cada 45 días, concluyendo que las dosis de fertilización nitrogenada no provocaron cambios significativos en dicha relación, evidenciando así un excelente potencial para el pastoreo ya que proporciona más del 50% de su rendimiento (CLAVERO y FERRER, 1995).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del experimento

El presente trabajo se llevó a cabo en los potreros del fundo ganadero EL MANANTIAL, ubicada en la zona de Castillo Grande, ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huanuco, a 09°17'58" de latitud sur, 76°01'07" de latitud oeste y una altitud de 660 m.s.n.m. En la zona de vida clasificado como Bosque muy Húmedo Pre Montano Tropical (bmh-PT) (MEJIA, 1986).

3.2. Características climáticas de la zona experimental

Según el gabinete de Meteorología y Climatología José Abelardo Quiñónez de la facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, la precipitación pluvial acumulada durante el periodo de ejecución del presente trabajo (junio – octubre del 2002) fue de 726.1mm variando entre 41.60 a 192.40mm con una temperatura promedio de 24.69°C, variando entre 24.16 a 25.19°C (Gráfico 1 y Anexo 1, 2).

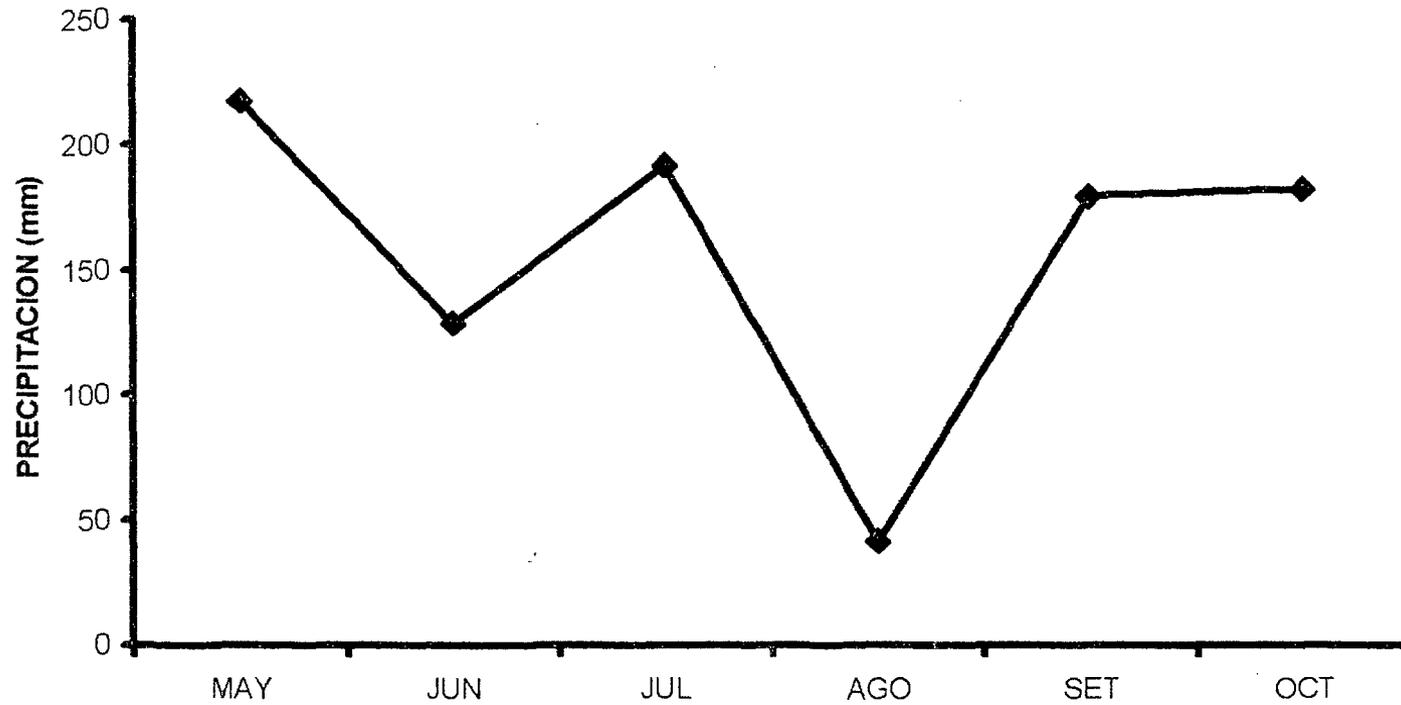


Gráfico 1. Lluvias mensuales acumulativas (mm): Mayo a Octubre del 2002

3.3. Descripción del área experimental

El área donde se instaló el trabajo experimental presenta una topografía plana, la misma que anteriormente estuvo establecida por pasturas naturales que fueron utilizados al pastoreo.

El suelo es de una textura Franco Limoso, en la que predomina la fracción limo con el 71.70%, seguido de arena y arcilla con 16.00 y 12.30% respectivamente. El contenido de materia orgánica es de 4.0% considerado rico, con nitrógeno de 0.18% considerado en rango alto, fósforo de 11.2 ppm considerado en rango medio y potasio de 1.3 me/100g en rango bajo. Los suelos son de un pH ligeramente alcalino (7.4). en general los suelos son considerados fértiles, por estar situados a la rivera de un río (Anexo 3).

Para el presente trabajo se destinó un área experimental de 228m² (19m x 12m), la misma que fue dividida en: tres bloques de 76m² cada uno (6.35m x 12m), dentro de cada bloque se ubicaron 4 parcelas principales con un área principal de 10m² cada uno (5m x 2m). Así mismo, dentro de cada parcela se dispusieron aleatoriamente 4 parcelas secundarias (sub parcelas), con un área de 2m² cada uno. La disposición de las plantas del pasto elefante enano fue de 0.5m entre líneas (4 hileras) por 0.5m entre plantas (ver Figura 1).

3.4. Variables independientes

Las variables independientes contempladas en el siguiente trabajo experimental son los siguientes:

- Dosis de fertilización nitrogenada en k/ha (0, 200, 300 y 400), dispuestas dentro de las parcelas principales.

- Frecuencias de corte (3, 6, 9 y 12 semanas), establecidas para la evaluación en la etapa de producción, ubicados en las parcelas secundarias (sub parcelas).

3.5. Tratamientos en estudio

La distribución de los tratamientos dentro del trabajo experimental estuvo en función al efecto combinado de las dosis de nitrógeno dispuestas en las parcelas principales y las frecuencias de corte dispuestas en la parcela secundaria. La fuente de nitrógeno utilizada para el presente estudio fue la urea, que tiene una riqueza de 46% de nitrógeno, que fue aplicada totalmente después del corte de uniformización y a 5cm de profundidad. Las frecuencias de corte (sub parcelas) fueron dispuestas en forma aleatoria dentro de las parcelas principales. Estos factores al combinarse generaron 16 tratamientos, los cuales pueden ser observados en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos en función a dosis crecientes de nitrógeno (k/ha/año) y frecuencias de corte (sem.).

TRATAMIENTO	PARCELA PRINCIPAL	PARCELA SECUNDARIA
	Niveles de nitrógeno K/ha/año	Frecuencia de corte Semana
1	0	3
2	0	6
3	0	9
4	0	12
5	200	3
6	200	6
7	200	9
8	200	12
9	300	3
10	300	6
11	300	9
12	300	12
13	400	3
14	400	6
15	400	9
16	400	12

3.6. Análisis estadístico

Para ver el efecto combinado de las variables independientes sobre comportamiento de las diferentes variables independientes estudiadas en el pasto elefante enano, se utilizó un diseño Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo de parcelas divididas; donde:

- Parcelas principales =dosis de nitrógeno.
- Parcelas secundarias o sub parcelas =frecuencias de corte.

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \alpha_j + E_{ij} + \theta_k + E_{ik} + (\alpha\theta)_{jk} + E_{ijk}.$$

Donde:

Y_{ijk} = Observación de una unidad experimental o parcela.

μ = Media general.

β_i = Efecto del i -ésimo bloque.

α_j = Efecto del j -ésimo nivel de fertilización que se estudia en las parcelas principales.

E_{ij} = Error experimental asociado a las parcelas principales.

θ_k = Efecto de la k -ésima frecuencia de corte que se estudia en las subparcelas o parcelas secundarias.

E_{ik} = Error experimental asociado a las parcelas secundarias o subparcelas.

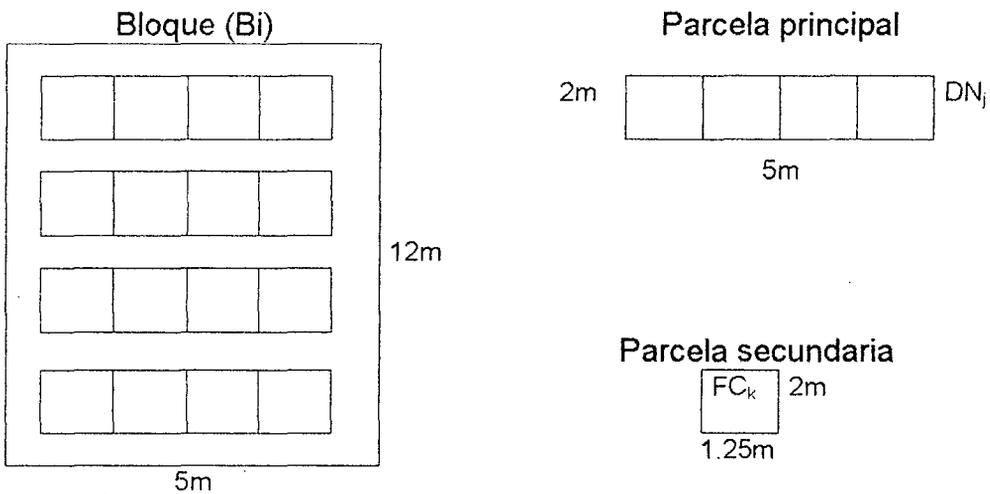
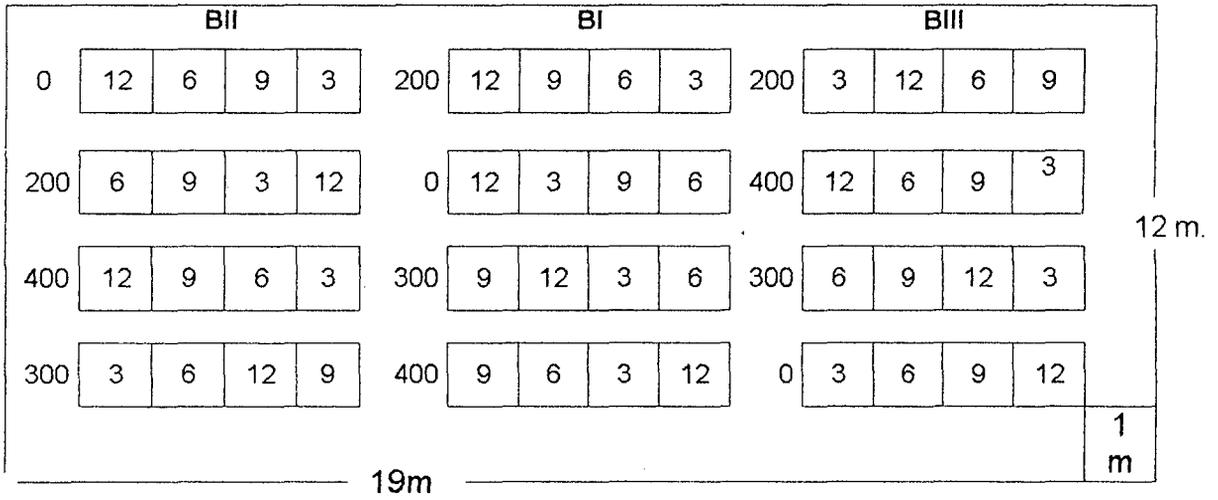
$(\alpha\theta)_{jk}$ = Efecto de la interacción del j -ésimo nivel de nitrógeno con la k -ésima frecuencia de corte.

E_{ijk} = Error experimental.

El ANOVA fue analizado con el procedimiento general para modelo lineal del sistema de análisis estadístico SAS (SAS, 1982). Para el análisis de las medias del efecto de dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de corte se utilizó la prueba de comparación de Duncan, y para las interacciones entre estas dos variables respuesta la prueba de LSMEANS; ambos con un nivel de significancia de $p < 0.05$ (STEEL y TORRIE, 1982; SAS, 1982).

3.7. Croquis del área experimental

Las dimensiones y disposiciones de las parcelas se encuentran en la figura 1.



LEYENDA

Bi = Bloques (I, II, III)

DN_j = Dosis de nitrógeno (0, 200, 300, 400)

FC_k = frecuencia de corte (3, 6, 9, 12 semana)

Figura 1: Dimensión y distribución de parcelas principales (dosis de fertilización nitrogenada) y parcelas secundarias (frecuencias de corte) del área experimental.

3.8. Variables dependientes

Las variables dependientes en el presente trabajo experimental fueron los siguientes:

Aspectos agronómicos

- Altura de planta.
- Cobertura (%).
- Número de macollos.
- Relación hoja: tallo.

Aspectos productivos

- Producción de forraje (k/ha) en base seca y sus respectivas fracciones (hoja y tallo).
- Producción de proteína (k/ha) en base seca.

Contenido de materia seca (%) y Proteína total (% MS).

3.9. Datos a registrar

Para las evaluaciones agronómicas durante la etapa de producción en la época de menor precipitación, se utilizó la metodología descrita en los Ensayos Regionales B (ERB) que recomienda la Red Internacional de Evaluación de Pastos y Forrajes Tropicales (CIAT, 1998).

La evaluación del pasto elefante enano, se inició en junio y culminó en septiembre del 2002, tomándose informaciones en función a las variables independientes bajo el efecto combinado de la dosis de nitrógeno (0, 200, 300 y 400) y frecuencias de corte (3, 6, 9 y 12 semanas) en la etapa de producción post corte de uniformización, considerados en este trabajo experimental:

a. Evaluaciones agronómicas

Altura de planta (cm).- Para esto se tomó de cada parcela cinco plantas seleccionadas al azar para cada frecuencia de corte, correspondientemente a la 3^{ra}, 6^{ta}, 9^{na} y 12^{va} semana. La medición de la altura fue en cm desde el suelo hasta el punto más alto de la planta sin estirar ni contar la inflorescencia, utilizando una cinta métrica.

Cobertura (%).- La cobertura se registró en porcentaje por m² utilizando un marco de madera de 1m² y una piola que permitió formar un cuadrilátero o retícula (0.2 x 0.2). El marco cuadrículado se colocó sobre las 2 hileras centrales. La cobertura se estimó según la proporción aparente en el que el pasto cubría cada área de la retícula. Luego se sumaron los valores por retícula y el total se multiplicó por cuatro para obtener el valor de porcentaje.

Número de macollos.- Se realizaron estableciendo un área de 1m² con la ayuda de un marco de madera de 1m² dentro del área que sistemáticamente haya correspondido al corte y se procedió a contar el número de plántulas comprendidas dentro de él.

Relación hoja: tallo.- Para la obtención de la relación hoja: tallo se siguieron los siguientes procesos:

- Obtención de la muestra fresca, cortadas de las parcelas teniendo en cuenta las frecuencias de cortes establecidas.
- Separación de la muestra en fracción hoja y tallo, para luego ser colocados en bolsas de papel.
- Pesados e identificados.

- Secados a la estufa con aire circulante a 60°C/48 horas (AOAC, 1984), con la finalidad de evitar pérdidas de la proteína por sobre calentamiento (MALPARTIDA, 1988).
- Pesado (peso seco).
- Obtención de la relación hoja: tallo, aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{RHT} = \frac{\text{PsH}}{\text{PsT}}$$

Donde :

RHT = relación hoja: tallo.

PsH = peso seco de la hoja.

PsT = peso seco del tallo.

b.- Evaluaciones de la producción de MS (k/ha/corte) y proteína total (k/ha/corte)

Para el efecto se corta y pesa 1m² de cada parcela al momento de hacer la evaluación visual del grado de adaptación, de acuerdo al orden sistemáticamente establecido. El peso de la materia seca se determina en la misma forma en que se determinó la materia seca (%), aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{MS/m}^2 = \frac{\text{PF} \times \text{ps}}{\text{Pf}}$$

Donde:

PF = peso fresco de la muestra.

Pf = peso fresco de la sub muestra.

ps = peso seco de la sub muestra.

c. Evaluación del contenido de materia seca (%) y proteína total (% MS)

Se realizaron en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, a través del secado en la estufa con aire circulante a 60°C/48 horas y a 105°C/8 horas para materia seca, y el análisis de proteína se realizó mediante el análisis proximal de Weende y de acuerdo a la metodología descrita por la AOAC (1984).

Materia Seca (%). Para la obtención de la materia seca, se realizaron los siguientes procesos:

- Obtención del material fresco, procedente de la evaluación en el campo de acuerdo al orden ya establecido.
- Pesado (peso fresco de la muestra).
- Separación del pasto en fracciones (hoja y tallo) y colocados en bolsas de papel e identificados respectivamente.
- Pesados en fracciones (peso sub muestra).
- Secados a la estufa con aire circulante a 60°C/48 horas (AOAC, 1984), con la finalidad de evitar pérdidas de la proteína por sobre calentamiento (MALPARTIDA, 1988).
- Pesado (peso seco).
- Obtención de la materia seca aparente (60°C).
- Molido y homogenizado en un molino Willey con criba de 1mm.
- Identificados y almacenados en bolsas de polietileno, para su posterior análisis de laboratorio.

Proteína (%). Se determinó mediante el análisis proximal y de acuerdo a la metodología descrita por la AOAC (1984).

IV. RESULTADOS

4.1. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencia de corte sobre las respuestas agronómicas del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott)

Las respuestas agronómicas del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott), que fueron evaluados en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de corte durante la época seca, se observa en el Cuadro 2 y Gráficos 2, 3, 4 y 5.

Al analizar el efecto de la dosis de nitrógeno sobre la altura de planta, cobertura, recuento de plantas, los valores promedios muestran que existen diferencias estadísticamente significativa ($p < 0.05$) con excepción de la variable relación hoja: tallo; y al evaluar el efecto de la frecuencia de corte se encontró diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.05$), para todas estas variables en estudio.

Cuadro 2. Efecto de la dosis de nitrógeno (DN) y frecuencias de corte (FC) sobre la altura de la planta (AP), cobertura (C), recuento de planta (RP) y relación hoja: tallo (RHT) del pasto elefante enano en la época seca.

Variables	DN K/ha	FC (semana)				Prom ¹
		3	6	9	12	
AP (cm)	0	42.60	71.93	84.93	98.53	74.50 ^C
	200	44.67	75.60	92.80	104.67	79.43 ^B
	300	51.53	82.67	96.87	111.67	85.68 ^A
	400	46.80	77.33	97.33	106.20	81.92 ^{AB}
Prom ² .		46.40 ^d	76.88 ^c	92.98 ^b	105.27 ^a	
C (%)	0	29.05	42.43	39.20	50.63	40.33 ^B
	200	28.96	38.35	54.16	54.37	43.96 ^B
	300	37.27	50.00	49.07	68.85	51.30 ^A
	400	33.49	57.73	48.00	63.19	50.60 ^A
Prom ² .		32.20 ^c	47.13 ^b	47.61 ^b	59.26 ^a	
RP Macollos/planta	0	30.25	31.17	26.92	20.92	27.31 ^{BC}
	200	31.67	26.08	25.25	22.00	26.25 ^C
	300	40.25	32.83	22.75	28.42	31.06 ^{AB}
	400	38.00	43.08	26.92	26.25	33.56 ^A
Prom ² .		35.04 ^a	33.29 ^a	25.46 ^b	24.40 ^b	
RHT	0	3.84	4.31	2.72	2.57	3.36 ^A
	200	4.07	4.72	2.51	2.86	3.54 ^A
	300	3.95	4.27	2.57	2.03	3.20 ^A
	400	3.83	5.24	2.75	2.13	3.49 ^A
Prom ² .		3.92 ^b	4.64 ^a	2.64 ^c	2.40 ^c	

^{1, 2} Promedios con letras diferentes mayúsculas en las columnas y minúsculas en las filas, que difieren estadísticamente según la prueba de Duncan ($p < 0.05$).

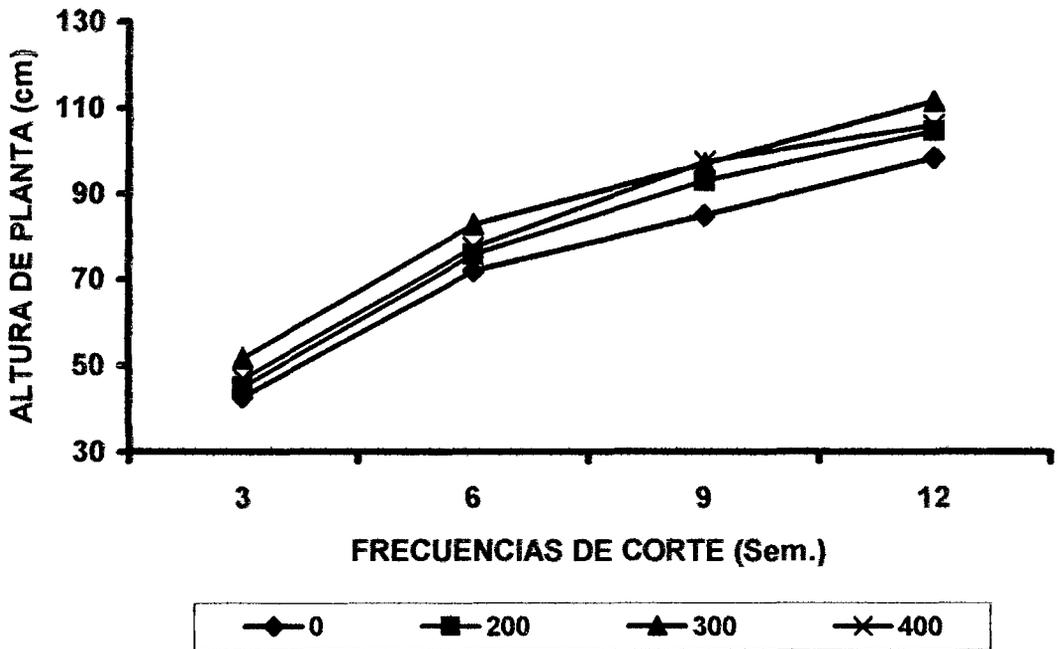


Gráfico 2. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencia de corte sobre la altura de la planta (cm) del pasto elefante enano en época seca.

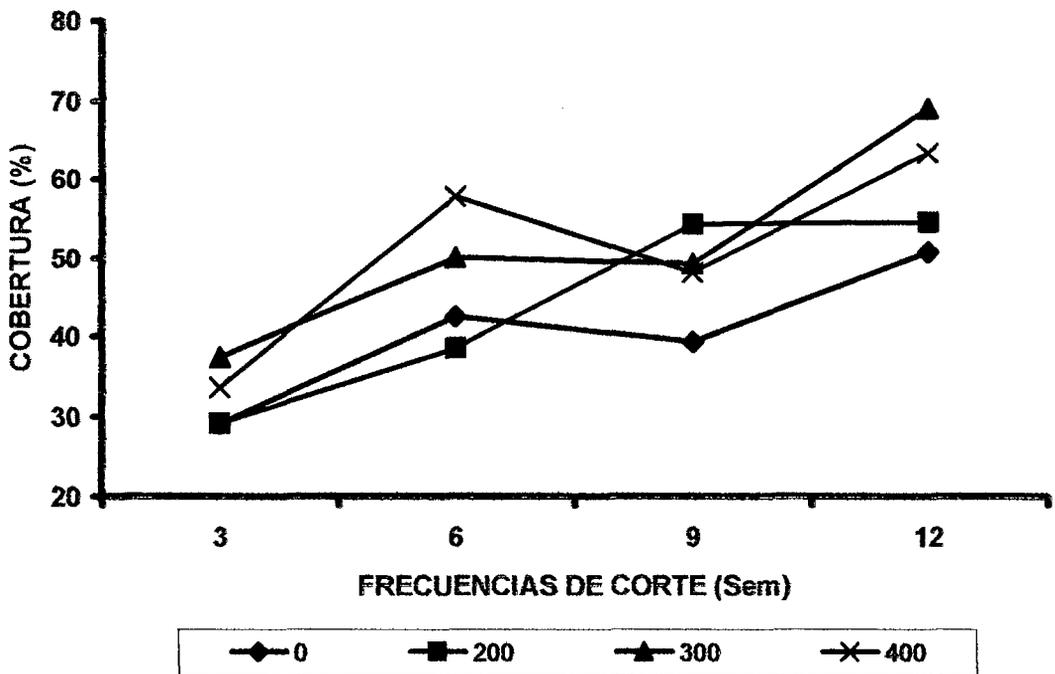


Gráfico 3. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencia de corte sobre la cobertura (%) de pasto elefante enano en época seca.

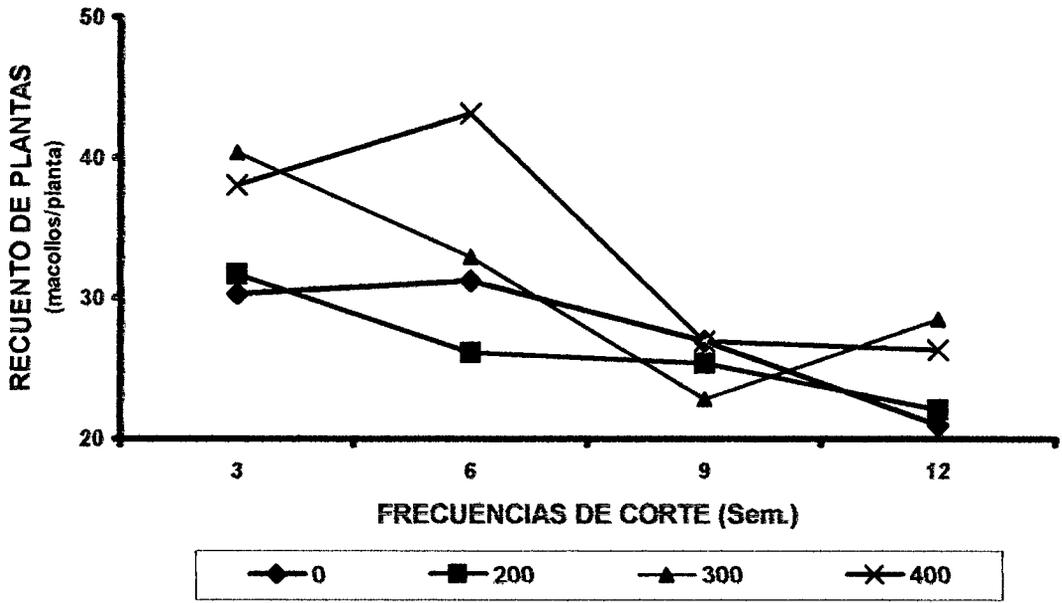


Gráfico 4. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencia de corte sobre el recuento de plantas (macollos/planta) del pasto elefante enano en época seca.

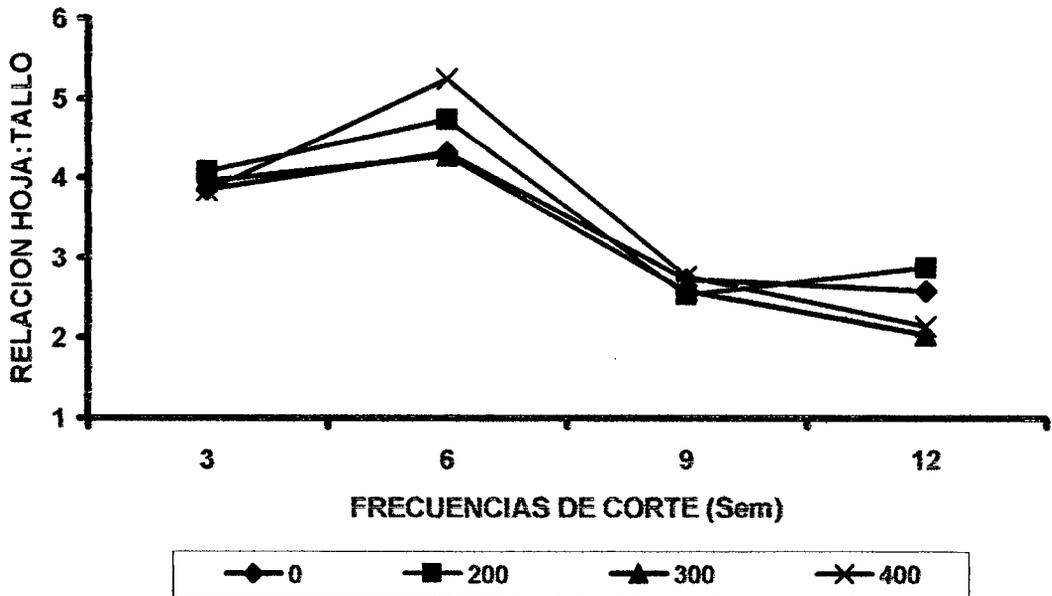


Gráfico 5. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencia de corte sobre la relación hoja: tallo del pasto elefante enano en época seca.

4.2. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencias de corte sobre la producción de materia seca (k/ha/corte) y contenido de proteína cruda (%) expresados en base seca del pasto elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv. Mott).

La producción de forraje (k/ha/corte) de la planta total y fracciones (hoja y tallo) y contenido de proteína cruda (%) en base seca del pasto elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv. Mott), evaluados en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de corte, se puede observar en el cuadro 3 y Gráficos 6, 7, 8 y 9.

Los resultados sobre el efecto de la dosis de nitrógeno en producción de forraje en la planta total, la fracción hoja y fracción tallo nos indican que existe diferencias altamente significativas ($p < 0.05$) entre dosis, y en el contenido de proteína cruda (%) solo hay diferencia significativa entre el testigo y los otros niveles de fertilización.

En cuanto al efecto de frecuencia de corte, los resultados nos muestran que existe diferencias altamente significativas, observándose que al primer corte se obtuvo como promedio de producción para planta total y fracciones (hoja y tallo) y contenido de proteína cruda (%) lo siguiente: 639.3, 503.10, 122.2 k/ha/corte y 20.17% respectivamente, aumentando durante las siguientes semanas, llegando a la 12^{va} semana con 7695.1 para planta total, 5301.90 para fracción hoja, y 2393.2 k/ha/corte para fracción tallo, disminuyendo en contenido de proteína cruda (%) a 8.25% respectivamente.

Cuadro 3. Efecto de la dosis de nitrógeno (DN) y frecuencias de corte (FC) sobre la producción de materia seca (k/ha/corte) en la fracción hoja (FH), fracción tallo (FT), planta total (PT) y contenido de proteína cruda (%) expresados en base seca del pasto elefante enano en la época seca.

Variables	DN K/ha	FC (semana)				Prom ¹
		3	6	9	12	
FH (k/ha/corte)	0	451.13	2454.00	2904.00	4028.93	2459.50 ^C
	200	413.07	1254.77	4706.5	2994.30	2342.20 ^C
	300	623.77	2325.67	3812.20	7074.97	3459.20 ^B
	400	524.23	3324.48	5447.8	7109.47	4101.50 ^A
Prom ² .		503.10 ^d	2339.70 ^c	4217.60 ^b	5301.90 ^a	
FT (k/ha/corte)	0	121.60	608.20	1086.90	1569.47	846.5 ^B
	200	104.37	265.23	1902.53	1105.57	844.4 ^B
	300	162.13	566.27	1533.40	2655.80	1450.7 ^A
	400	156.87	610.63	1999.07	2517.55	1530.8 ^A
Prom ² .		136.2 ^d	612.6 ^c	1630.5 ^b	2393.2 ^a	
PT (k/ha/corte)	0	572.73	3062.20	3990.90	5598.40	3306.1 ^C
	200	517.43	1520.00	6609.03	4099.87	3186.6 ^C
	300	785.90	2891.93	5345.60	10616.03	4909.9 ^B
	400	681.10	3935.11	7446.87	10466.20	5632.3 ^A
Prom ² .		639.3 ^d	2852.3 ^c	5848.1 ^b	7695.1 ^a	
PC (%)	0	15.98	11.52	8.91	7.28	11.06 ^B
	200	21.38	13.65	8.28	8.13	12.86 ^A
	300	22.17	13.94	8.53	8.64	13.32 ^A
	400	21.17	15.50	9.35	8.41	13.61 ^A
Prom ² .		20.17 ^a	13.65 ^b	8.77 ^c	8.25 ^c	

^{1, 2} Promedios con letras diferentes mayúsculas en las columnas y minúsculas en las filas, que difieren estadísticamente según la prueba de Duncan (p<0.05).

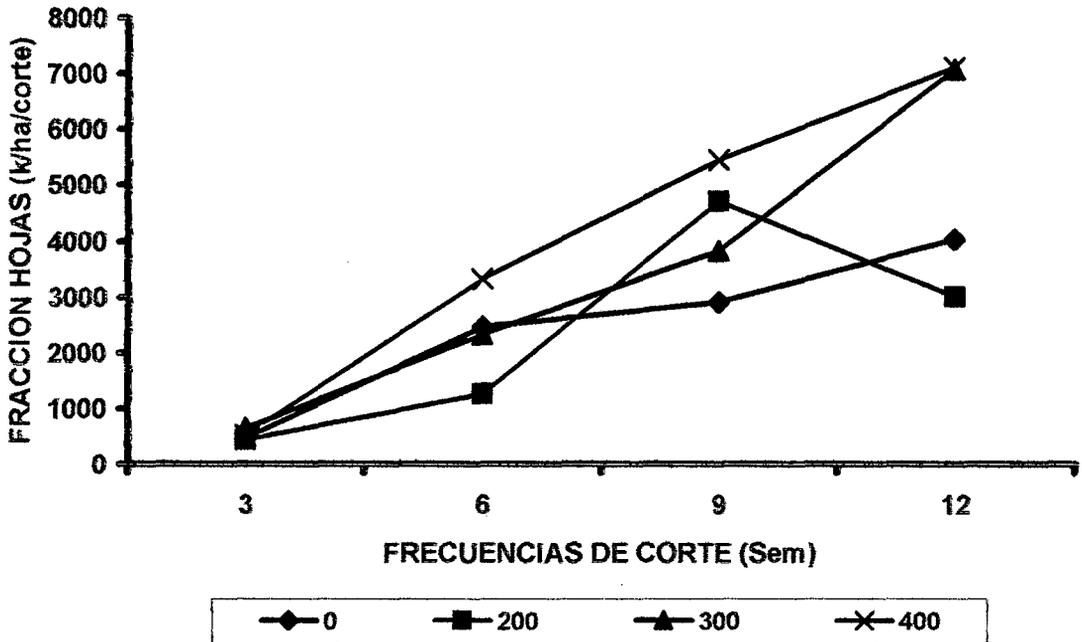


Gráfico 6. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencia de corte sobre la producción de hoja (k/ha/corte) del pasto elefante enano en época seca.

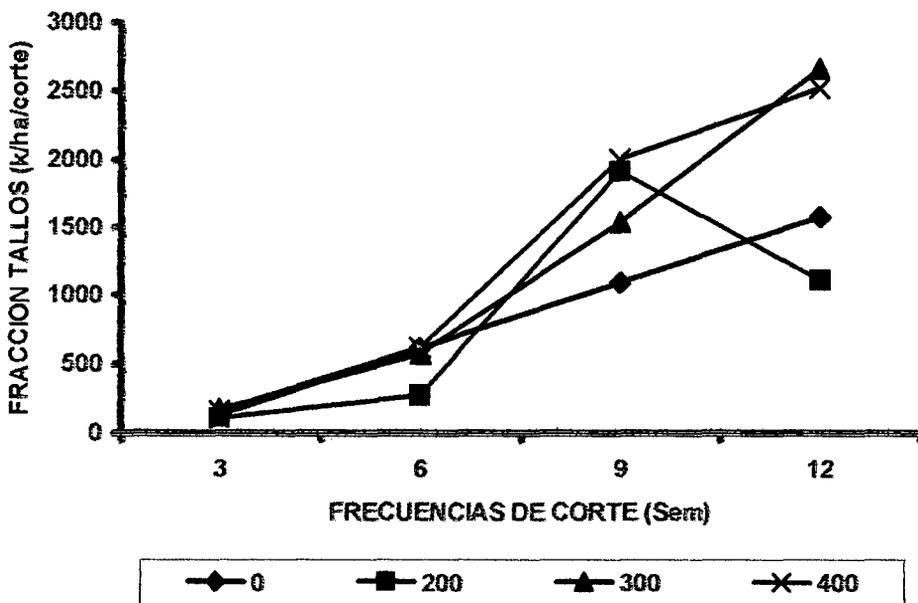


Gráfico 7. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencia de corte sobre la producción de tallos (k/ha/corte) del pasto elefante enano en época seca.

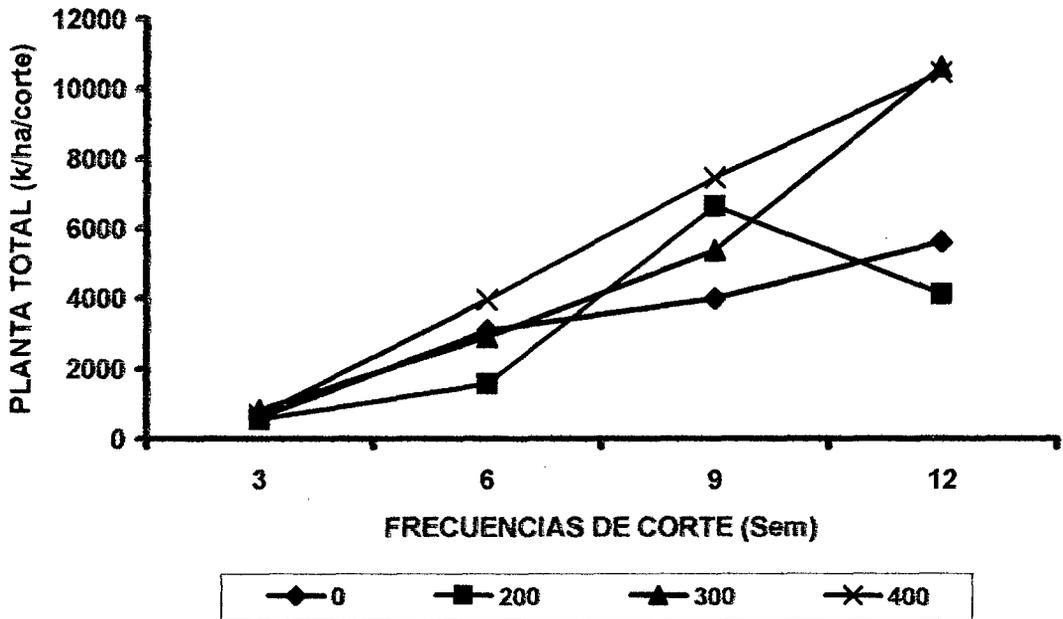


Gráfico 8. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencia de corte sobre la producción de forraje (k/ha/corte) del pasto elefante enano en época seca.

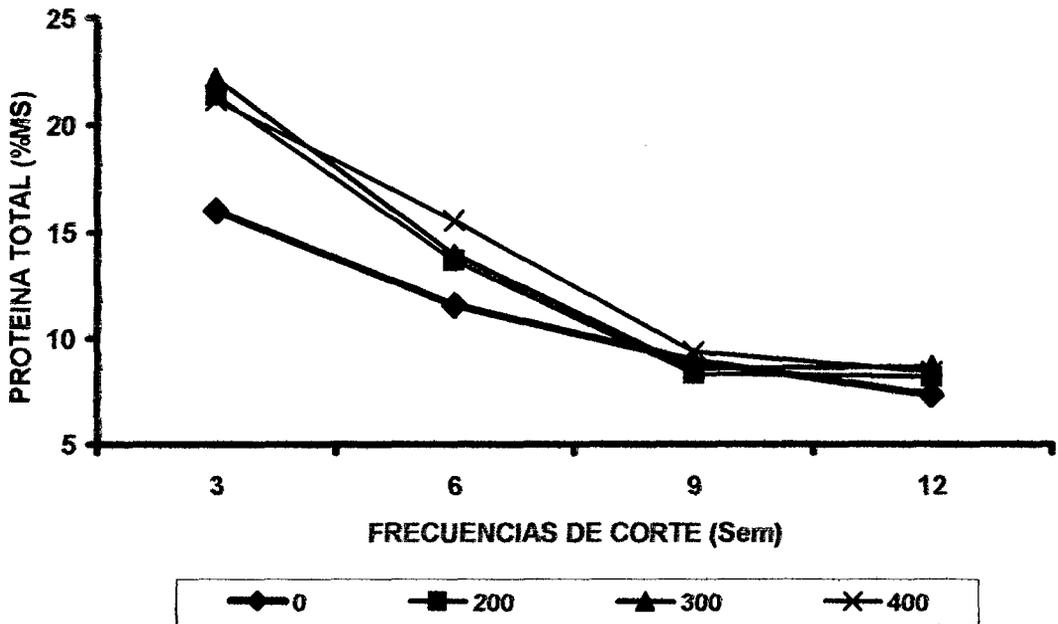


Gráfico 9. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencia de corte sobre el contenido de proteína cruda (%MS) en la planta total del pasto elefante enano en época seca.

V. DISCUSIÓN

5.1. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencias de corte sobre las respuestas agronómicas del pasto elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv. Mott).

En los resultados obtenidos en el presente trabajo, se puede observar que la altura de planta es inferior a lo reportado por SOTO (1993), quien encontró a la 7^{ma} semana promedios de 90.87 y 86.80cm con dosis de nitrógeno de 300 y 400 k/ha/año respectivamente, del mismo modo es inferior a lo obtenido por CLAVERO y PULGAR (1995), quienes obtuvieron a 56 días de edad y a 40cm de altura de corte, una altura de planta de 103.47cm, pero es superior a lo reportado por FOLLEGATTI (2002), a la 3^{ra}, 6^{ta} y 9^{na} semana promedios de 30.83, 66.75 y 92.42cm respectivamente, e inferior a la 12^{va} semana donde presentó un promedio de 120cm.

Estos resultados inferiores de la altura de planta por efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencias de corte se deberían a la influencia de la época (seca), especialmente potenciado por las altas temperaturas que influye negativamente en la velocidad de transformación de la urea a carbonato amónico efectuado por la baja actividad microbiana de los suelos (GUERRERO, 1990).

Sin embargo, a pesar de no haber superado a otros trabajos, se observa que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) por efectos de la dosis de nitrógeno lo cual se debería a que las gramíneas en general utilizados como forrajes, poseen una elevada y rápida respuesta a la fertilización nitrogenada (PICHARD *et. al.*, 1983).

Con relación a frecuencia de corte, los resultados inferiores se deberían a que los pastos reaccionan a la influencia de determinados factores ecológicos o ambientales (climáticos, edáficos y bióticos) que afectaron el crecimiento y metabolismos de los mismos y determinaron en gran parte la adaptación de ésta especie forrajera en particular a un medio dado (AZCON y BIETO, 1996), y al carácter genético de la especie (CLAVERO y FERRER, 1995), es decir que el crecimiento está restringido entre un nivel muy bajo y un nivel muy alto de humedad del suelo, por lo que la cantidad de aire y agua del espacio de poro, debe ser inversamente proporcional el uno del otro (TISDALE y NELSON, 1991), y bajo éstas condiciones el oxígeno puede ser aprovechado con mayor facilidad por las raíces, al mismo tiempo el bióxido de carbono producido es expulsado más fácilmente, así, el aire contenido en los espacios de poro del suelo está en la misma forma que el agua edáfica siendo de gran importancia biológica el libre intercambio entre el agua y el aire (TEUSCHER, 1991).

Con relación a la variable cobertura, los resultados obtenidos nos muestran que son superiores a lo reportado por FOLLEGATTI (2002) a la 6^{ta}, 9^{na} y 12^{va} semana con promedios de 39.5, 44.25 y 45.75 respectivamente, esto se debería a que en el trabajo de FOLLEGATTI (2002), se presentaron dos

factores muy influyente en la disminución del área foliar de la planta: el prolongado encharcamiento por la intensa precipitación y la desnitrificación, ocasionando deficiencias de oxígeno, obligando a las plantas a adaptarse a dicho medio, reduciendo así, el crecimiento de sus partes aéreas y aumentando la producción de sus raíces (expansión y/o profundizándose) con la finalidad de tener mayor superficie de contacto que le permitiría absorber mejor el deficiente oxígeno (AZCON y BIETO, 1991).

La respuesta ascendente obtenida en función a dosis de nitrógeno puede ser debido a la cantidad de nitrógeno utilizado y a la poca precipitación pluvial, como reportan TISDALE y NELSON (1991), quienes mencionan que una ligera humedad provocará una respuesta a una cantidad dada de fertilizante nitrogenado; también se debería a que la aplicación de nitrógeno aumenta su rendimiento a medida que se incrementa las dosis de fertilizante nitrogenado, incrementando la tasa de expansión en las hojas y aumentan su tamaño provocando una mayor área de fotosíntesis (FARIA, 1985).

Sin embargo se observa un descenso en el tratamiento con 200k de N/ha/año entre la 9^{na} y 12^{va} semana en la variable cobertura, lo cual podría deberse a la distribución al azar de las parcelas, obteniéndose bajos resultados en éstas parcelas.

Si bien es cierto que hubo respuesta a la dosis de nitrógeno creciente, estos no fueron suficientes para obtener una respuesta que sea superior a otros trabajos similares bajo las mismas condiciones, lo que estaría indicando que la disponibilidad del nitrógeno en el suelo no estuvo

adecuadamente y que la poca disponibilidad hizo que se tuviera ésta respuesta significativa entre los tratamientos.

La respuesta ascendente de la variable cobertura en función a frecuencia de corte se asume a la edad de la planta, como menciona VAN SOEST (1987), quien afirma que la producción de un forraje está afectada por la edad (estadio fenológico), a medida que el pasto madura, la producción de forraje aumenta.

En los resultados de número de macollos en función a dosis de nitrógeno, se tiene un mayor número de macollos en la dosis de 400 k/ha/año de nitrógeno con 43.08 a la 6^{ta} semana, se asume a que a medida que se incrementa la dosis de fertilizante nitrogenado la respuesta es más rápida y mejor (FARIA, 1985), obteniéndose un mayor número de macollos en las primeras semanas con ésta dosis.

La tendencia a decrecer del número de macollos en cuanto a frecuencia de corte puede ser debido a la edad de la planta, por la presencia de material senescente, producto de muerte celular, necrosis, entre otros procesos (AZCON y BIETO, 1996), ésta disminución del número de macollos y presencia de senescencia se debe a que con el aumento del índice del área foliar es mayor la cantidad de hojas autosombreadas y la eficacia del material existente para formar nuevo material disminuye (TISDALE y NELSON, 1991).

Con respecto a la variable relación hoja: tallo, a la 3^{ra} semana de edad se obtuvo una relación hoja: tallo de 3.92, que fue superior al 3.17 reportado por CLAVERO y FERRER (1995) a la misma edad. Así mismo fue superior a lo reportado por CARMONA y RODRÍGUEZ (1997) quien encontró

una relación hoja: tallo en base seca de 1.75, 2.07 y 1.45 a la 6^{ta}, 8^{va} y 12^{va} semana de edad respectivamente, como también fue muy superior a lo reportado por FOLLEGATTI (2002) a la 6^{ta}, 9^{na} y 12^{va} semana de edad con promedios de 1.96, 1.60 y 1.1 respectivamente.

La diferencia altamente significativa ($p < 0.05$) sobre la relación hoja: tallo con tendencia a decrecer con la edad coincide con CLAVERO y FERRER (1995), quienes reportan que la relación hoja: tallo de una planta decrece con la edad de las mismas y ésta disminución es atribuida más a características particulares de la planta o de carácter genético.

5.2. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencia de corte sobre la producción de materia seca (k/ha/corte) y contenido de proteína cruda (%) expresados en base seca del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo son superiores a los obtenidos por CARMONA y RODRÍGUEZ (1997), quienes reportaron rendimientos de materia seca de 845.10, 1103.54 y 2052.20 k/ha/corte a la 6^{ta}, 8^{va} y 10^{ma} semana de edad respectivamente, utilizando 200 k/ha/año de urea, también son superiores a lo reportado por FOLLEGATTI (2002), quien obtuvo 720.9, 1326.1, 1889.8 y 2919.8 k/ha/corte a la 3^{ra}, 6^{ta}, 9^{na} y 12^{va} semana de edad.

Los incrementos en la producción de materia seca y proteína cruda con respecto a dosis creciente de nitrógeno, se debió a que la aplicación de nitrógeno aumenta el rendimiento, incrementando la tasa de expansión en las

hojas y estos aumentan su tamaño provocando una mayor área de fotosíntesis, mejorando la producción FARIA (1985), así mismo, la utilización de una fuente de fertilizante nitrogenado es una medida tan eficaz como cualquier otro en aumentar los rendimientos del cultivo. Sin embargo, el factor limitante de su utilización está gobernado más por consideraciones económicas, en tal sentido, su utilización debería ser siempre en cuando pueda esperarse el máximo rendimiento de un forraje de calidad (rendimiento máximo de nitrógeno) por cada unidad monetaria invertida (TISDALE y NELSON 1991).

El incremento observado en la producción de materia seca (k/ha/corte), con relación a frecuencia de corte en la planta total y sus fracciones, así como el de la proteína total, se asume a la edad del pasto, ya que al aumentar la edad, el pasto presenta grandes aumentos en la producción de materia seca, y también aumenta la producción de forraje en el pasto (VAN SOEST, 1987), y al aumentar la producción de forraje, la producción de proteína total también es mayor como se observa en el presente trabajo. Pero se observa un descenso en la producción de materia seca en la planta total y fracciones (hoja y tallo) del tratamiento con 200k de N/ha/año de la 9^{na} a la 12^{va} semana, esto puede ser debido a la distribución al azar de las parcelas y a la diferencia de humedad que pudo presentarse en estas, ya que en el mes de septiembre se tuvo una semana muy lluviosa (Anexo 1) ocasionando en estas parcelas una reducción del crecimiento vegetativo de las partes aéreas por un déficit de oxígeno (AZCON y BIETO 1996).

Los resultados en cuanto a proteína cruda los valores obtenidos por la frecuencia de corte en la 3^{ra} semana en éste trabajo es de 20.17%, siendo

muy superior a lo reportado por RODRÍGUEZ y GARCIA (1980), quienes encontraron un valor máximo de 12.60% a la cuarta semana de edad. Así mismo, estos valores son superiores a lo mencionado por MINSON (1990), quien reporta que en las gramíneas el nivel de proteína total, en general disminuye desde 18 a 6% entre la 2^{da} y 10^{ma} semana de crecimiento.

El incremento del contenido de proteína cruda por efecto de la dosis de nitrógeno es porque las dosis más altas de nitrógeno permiten una mayor disponibilidad de este elemento para la formación de sus compuestos proteicos (TISDALE y NELSON, 1991).

El descenso del porcentaje de proteína cruda por efecto de frecuencias de corte se asume que es por la edad del pasto, a consecuencia del incremento de vainas foliares y tallos, los cuales tienen un menor contenido de proteína total, además, por un descenso de la proteína total en todas las fracciones de la planta a medida que éstas maduran (MINSON, 1990).

Al evaluar la producción de forraje, el problema es encontrar el momento óptimo de corte con la dosis de nitrógeno adecuada, es decir, encontrar el momento en que el pasto tenga una buena cantidad de proteína de calidad, así como de materia seca, ya que si se cosecha demasiado tierno, el contenido de nitrógeno será alto, pero el rendimiento de materia seca será bajo, por el contrario, si se cosecha muy maduro el rendimiento de nitrógeno será muy bajo y el rendimiento de materia seca será alto (BERNAL, 1991); por lo que en éste pasto la producción óptima y el momento adecuado para su utilización, se puede observar entre la 6^{ta} y 9^{na} semana de edad con un nivel de nitrógeno de 300 k/ha/año, en el cual se obtiene un forraje de buena calidad.

VI. CONCLUSIONES

- Las variables agronómicas en el pasto en estudio tuvieron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) por efecto de la dosis de nitrógeno, variando la altura entre 42.60 y 106.20cm, la cobertura entre 28.96 y 68.85%, y número de macollos entre 20.92 y 38, con excepción de la variable relación hoja: tallo; sin embargo por efecto de frecuencias de corte todos varían.
- La producción de materia seca (k/ha/corte) tuvo diferencia altamente significativa por efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencias de corte, la más alta producción se obtuvo a la 12^{va} semana con dosis de nitrógeno de 300 k/ha/año con 10616.03 k/ha/corte, sin embargo, por el alto contenido de fibra en el forraje no sería el momento de aprovechamiento más recomendable.
- El contenido de proteína cruda (%MS) varía por efecto de las dosis crecientes de nitrógeno y frecuencia de corte, obteniéndose a la 6^{ta} y 9^{na} semana valores de 13.94 y 8.53% con 300k de N/ha/año.
- Desde el punto de vista de utilización en la producción de materia seca, calidad nutritiva y económica, el pasto en estudio durante la época de menor precipitación, debe ser aprovechada entre la 6^{ta} y 9^{na} semana de edad y con dosis de nitrógeno de 300 k/ha/año.

VII. RECOMENDACIONES

- Continuar con más trabajos de investigación del pasto elefante enano en diferentes tipos de suelo, con abonos orgánicos y nitrogenados.
- Realizar otros trabajos en establecimiento del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) como en altura de corte, al pastoreo, y fertilizantes de acuerdo al requerimiento del suelo.
- Utilizar el pasto elefante enano entre la 6^{ta} y 9^{na} semana de edad con dosis de nitrógeno de 300 k/ha/año.

VIII. ABSTRACT

PRODUCTIVE EVALUATION OF THE ELEPHANT MIDGET GRASS (*pennisetum purpureum cv Mott*) WITH DIFFERENT DOSES OF NITROGEN FERTILIZATION DURING THE DRY SEASON IN THE ZONE OF HIGH FOREST.

The present research work was carried out in the pasture crops of the FOUNTAIN RANCH, located in Tingo Maria, Rupa - Rupa district, Leoncio Prado county and Huánuco department, with an altitude of 660 m.a.s.l., and with a five months accumulated precipitation of 726.1mm (June to October, 2002). The grass under study was midget elephant (*Pennisetum purpureum cv Mott*), arranged in three blocks, with four main plots (doses of nitrogen fertilizers: 0, 200, 300 and 400 k/ ha / year) and four secondary plots (frequency of cuts: 3, 6, 9 and 12 weeks). The evaluations were made according to the treatments, every three weeks. Among the patterns measured were: height of the plant, percent of covering, number of shoots, leave/ stem relation, dry matter production and protein content, the statistic design used was a BCRD with divided plots. Was found significant differences by doses of nitrogen effect on height of the plant, percent of covering and number of shoots, but not differences was found for leve/ stem relation, however all of them varies by

means of the frequency of cutting. At the same time, there are high significant differences for dry matter production, protein content and between the interaction of frequency of cutting and doses of nitrogen fertilizers. Therefore is recommended to use the midget elephant between the sixth and ninth weeks of age, based in the dry matter and protein production and with a dose of 300 k / ha / year.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- ALBA, J., SEMPLE, T. 1965. Investigaciones sobre forrajes en Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A. Publicaciones Miscelánea. N° 33.
- AZCON, J., BIETO, M. 1996. Fisiología y Bioquímica vegetal. Madrid – España. Editorial Interamericana McGraw-Hill. 581p.
- BERNAL, J. 1986. Manual de pastos y forrajes. 5^{ta} edición. Colombia. Editorial Fadegan S.A. p 160-161.
- BERNAL, J. 1991. Pastos y Forrajes. Producción y manejo. 2^o edición. Colombia. Editorial Fadegan S.A.
- CARABALLO, L., CLAVERO, T., GONZALES, R. 1997. Respuesta Del pasto elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv. Mott) al pastoreo. Valor nutritivo. Venezuela. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 15:53-57.
- CARMONA, A., RODRÍGUEZ, L. 1979. Comparación de nueve cultivares y un híbrido del pasto elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv. Mott) en el sur del lago Maracaibo. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 5(3): 514-521.
- CIAT. 1998. Manual para la evaluación agronómica, Red internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Editor técnico: José Toledo. Cali, Colombia. 170p.

- CHURCH, D., POND, W. 1996. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. México. Versión española de editorial Limusa S.A.
- CLAVERO, T., FERRER, O. 1995. Valor nutritivo del pasto elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv Mott). Rev. Fac. Agron. (LUZ). 12365-372
- CLAVERO, T., PULGAR, C. 1995. Dinámica de crecimiento del pasto elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv. Mott). Bajo desfoliación. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 12: 501-509
- DEAN, G., CLAVERO, C., VENTURA, S. 1992. Evaluación cualitativa de cuatro henos de pasto elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv. Mott). Rev. Fac. Agron. (LUZ). 21(6): 483-494.
- DEAN, G., CLAVERO, C. 1992. Características de crecimiento del pasto elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv. Mott). Rev. Fac. Agron. (LUZ). 9: 115-124.
- FARIA, J. 1985. Crecimiento estacional del *Andropogon gayanus* Kunth en la zona de Colina del estado Guarico. Universidad Central de Venezuela. Fac. Agron. y Ciencias Veterinarias. Tesis Msc. 133p.
- FASSBENDER, W. 1991. Química de los suelos con énfasis en suelos de América Latina. San José, Costa Rica. Ed. IICA. 398p.
- FIRMAN, B. 1963. Suelos y fertilizantes. Segunda edición. Barcelona-España. Editorial Omega S.A. 281p.
- FOLLEGATTI, L. 2002. Evaluar la producción del pasto elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv. Mott) con diferentes dosis de fertilización nitrogenada en la zona de selva alta en la época de máxima

- precipitación. Tesis*ing. Zootecnista. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva
- GUERRERO, A. 1990. El suelo, los abonos y los fertilizantes de los cultivos. Madrid-España. Editorial Mundo-Prensa. p43-57.
- HERNÁNDEZ, M., RODRÍGUEZ, G. 1978. Influencia de la fertilización nitrogenada y frecuencia de corte en la composición de la Pangola (*Digitaria decumbens*). Pastos y forrajes. 1:101.
- LEON, J., PEON, M. 1984. Valor nutritivo del King Grass. II estudio de la composición mineral. Inciencias y Técnicas en la agricultura. Pastos y forrajes. CIDA – La Habana – Cuba. (7) 229.
- MALPARTIDA, E. 1988. Pasturas, establecimiento y manejo. En manual de forrajes para zonas áridas y semi áridas andinas. Lima – Perú. Editor Flores, a. Resumen.
- McDONALD, P., EDWARDS, A. 1995. Nutrición Animal. España. Ed. Acribia. 374p.
- MEJIA, B. 1986. Gran geografía del Perú. Barcelona – España. Editorial Grafos S.A. 323p.
- MINSON, J. 1990. The chemical composition and nutritive value of tropical legumes, tropical forage. Legumes. Second edition. FAO Plant production and protection serie N° 2 FAO, Roma – Italia p 187-194.
- MOTT, G., RODRIGUEZ, L., VIEGAS, J. y OCUMPAUGH, W. 1986. Tillering and morphological characteristics of dwarf elephantgrass *Ander* grazing. Pesq. Agrop. Bras. 21:1209-1218.

- OFICIAL METHODS DE ANÁLISIS OF THE ASSOCIATION OF OFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). 1984. Animal Feed. Fourteenth edition. Edited by Sydney Williams. Arlington, Virginia. 22209 USA.
- PARKER, R. 2000. La ciencia de las plantas. España. Editorial Paraninfos S.A. p 124-127.
- PICHARD, G. 1987. Ecosiología de producción agrícola. Print ed. Brasil. Editorial Potafos. 250p.
- POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE. PPI. 1986. Manual de fertilidad de suelos. USA. 7p.
- QUINTEROS, C., CLAVERO, T., CASTRO, R., DEL VILLAR, A. 1994. Efecto de los factores climáticos y altura de corte sobre el valor nutritivo y producción de materia seca del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott). Rev. Fac. Agron. (LUZ). 21(12): 81-94.
- RODRÍGUEZ, V., GARCIA, R. 1980. Valor nutritivo do capim buffel (*Cenchrus ciliaris* L). Rev. Soc. Bras. de Zoot. 9:343-359.
- STATISTICAL ANÁLISIS SYSTEM (SAS). 1982. User's guide. Raleigh, North Carolina.
- SOTO, C. 1993. Respuesta al pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv Mott) a la aplicación de fertilizantes. Tesis de grado. Maracaibo. Universidad Rafael Urdaneta. Tesis de grado. 97p.
- STEEL, D. AND J. H. TORRIE. 1982. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill, New York, N.Y.

- TERGAS, L. 1984. El potencial del King Grass como gramínea forrajera seleccionada para América Tropical. Cali – Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Programa de pastos tropicales.
- TEUSCHER, H., RUDOLPH, A. 1981. El suelo y su fertilidad. Editorial Continental S. A., México.
- TISDALE, L., NELSON, W. 1991. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. UTEHA. México. 760p.
- VALENTIM, O., RUELKE, O., PRINE, G. 1988. Evaluation of forage yields, quality, and botanical composition of a dwarf elephant grass – rizoma peanut association as affected by nitrogen fertilization. Soil Crop Sci. Soc. Fls. Proc. 47:237.
- VAN SOEST, J. 1987. Omposition, fiber quality and nutritive value of forages. En forages the Science of Grassland Agriculture. M. E. Heath, R. F. Barnes y D.S. Metcalfe. Ames, Iowa, USA.

X. ANEXO

Anexo 1. Precipitación (mm) semanal y acumulado mensual: mayo a octubre 2002 en Tingo María.

Año 2002						
meses	1	2	3	4	5	Acumulado
	semana	semana	semana	semana	semana	
Mayo	39.00	77.50	35.50	24.00	41.70	217.70
Junio	22.40	30.40	39.50	36.60		128.90
Julio	57.10	16.60	67.80	23.40	27.50	192.40
Agosto	1.20	5.30	13.00	14.70	7.40	41.60
septiembre	23.30	90.70	32.90	33.30		180.20
Octubre	19.90	54.60	35.80	46.30	26.40	183.00

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología "José Abelardo Quiñónez", de la facultad de Recursos Naturales Renovables de la UNAS 2002

Anexo 2. Temperatura media semanal (°C): mayo a octubre del 2002 en Tingo María

Año	2002				
Meses	1	2	3	4	5
	semanas	semanas	semanas	semanas	semanas
Mayo	24.75	25.68	25.46	25.08	25.30
Junio	25.16	24.39	24.10	24.39	
Julio	23.98	23.47	24.53	24.90	23.94
Agosto	24.05	25.27	24.62	24.43	25.16
Septiembre	24.59	25.04	24.83	24.96	
Octubre	25.93	25.00	24.85	25.05	25.10

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología "José Abelardo Quiñónez", de la facultad de Recursos Naturales Renovables de la UNAS 2002

Anexo 3. Características de los suelos del área experimental obtenidos a 10 y 20 cm de profundidad, al inicio de la evaluación en Tingo María.

ANÁLISIS MECÁNICO			
Zona de muestreo	Unidad	10 cm	20 cm
Arena	%	16.0	16
Limo	%	71.7	71.7
Arcilla	%	12.3	12.3
Textura	-	Franco Limoso	Franco Limoso
ANÁLISIS QUÍMICO			
PH		7.3	7.4
CaCo₃	%	0.15	0.5
M.O.	%	4.0	3.9
N	%	0.18	0.18
P	Ppm	11.2	10.0
K₂O	k/ha	282	318
CIC	me/100g	18.05	16.26
Ca	me/100g	13.20	16.26
Mg	me/100g	3.50	3.00
K	me/100g	1.30	1.20
Na	me/100g	0.05	0.06

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos de la facultad de Agronomía de la UNAS 2002

Anexo 4. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de la altura de planta del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de cortes en época seca.

F.V.	G.L.	S.M.	C.M.	F.	Pr>0.05
B	2	77.480	38.740	1.18	0.3694
DN	3	791.699	263.900	8.04	0.0159
Error (α)	6	196.833	32.805		
Total parcela	11	1066.012			
FC	3	23341.682	7780.561	326.54	0.0001
Error (β)	6	142.962	23.827		
DN*FC	9	78.924	8.769	0.43	0.9010
EM (θ)	18	366.353	20.353		
Total subparcela	47	23929.921			

$R^2 = 0.979$

C.V. = 5.731

SEM = 4.607

PROM = 80.384

DUNCAN	MEDIA	N	DN
A	85.685	12	3
AB	81.917	12	4
B	79.433	12	2
C	74.500	12	1

Alpha = 0.05

DUNCAN	MEDIA	N	FC
A	105.268	12	4
B	92.983	12	3
C	76.883	12	2
D	46.400	12	1

Alpha = 0.05

Anexo 5. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de la cobertura del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de cortes en época seca.

F.V.	G.L.	S.M.	C.M.	F.	Pr>0.05
B	2	118.820	59.910	3.93	0.0812
DN	3	1012.824	337.608	22.13	0.0012
Error (α)	6	91.514	15.252		
Total parcela	11	1223.158			
FC	3	4428.710	1476.237	80.80	0.0001
Error (β)	6	109.627	18.271		
DN*FC	9	755.573	83.953	1.31	0.2975
EM (θ)	18	1152.423	64023		
Total subparcela	47	6446.333			
	R² = 0.835	C.V. =15.579	SEM = 7.251	PROM = 46.547	

DUNCAN	MEDIA	N	DN
A	51.298	12	3
A	50.603	12	4
B	43.958	12	2
B	40.328	12	1

Alpha = 0.05

DUNCAN	MEDIA	N	FC
A	59.260	12	4
B	47.607	12	3
B	47.127	12	2
C	32.195	12	1

Alpha = 0.05

Anexo 6. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias del recuento de planta del pasto elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv. Mott) en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de cortes en época seca.

F.V.	G.L.	S.M.	C.M.	F.	Pr>0.05
B	2	167.719	83.859	8.43	0.0181
DN	3	411.410	137.137	13.78	0.0042
Error (α)	6	59.719	9.953		
Total parcela	11	638.848			
FC	3	1049.587	349.662	10.69	0.0080
Error (β)	6	196.448	32.741		
DN*FC	9	404.209	44.912	1.86	0.1259
EM (θ)	18	436.115	24.173		
Total subparcela	47	2086.359			
$R^2 = 0.768$		C.V. = 17.361	SEM = 5.129	PROM = 29.547	

DUNCAN	MEDIA	N	DN
A	33.563	12	4
AB	31.063	12	3
BC	27.313	12	1
C	26.250	12	2

Alpha = 0.05

DUNCAN	MEDIA	N	FC
A	35.042	12	1
A	33.292	12	2
B	25.458	12	3
B	24.396	12	4

Alpha = 0.05

Anexo 7. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de la relación hoja: tallo del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de cortes en época seca.

F.V.	G.L.	S.M.	C.M.	F.	Pr>0.05
B	2	0.236	0.118	0.67	0.5445
DN	3	0.823	0.274	1.58	0.2928
Error (α)	6	1.052	0.175		
Total parcela	11	2.111			
FC	3	40.631	13.544	87.97	0.0001
Error (β)	6	0.924	0.154		
DN*FC	9	2.635	0.293	0.36	0.9394
EM (θ)	18	14.604	0.811		
Total subparcela	47	58.794			
$R^2 = 0.745$		C.V. = 23.672	SEM = 0.804	PROM = 3.398	

DUNCAN	MEDIA	N	DN
A	3.540	12	2
A	3.490	12	4
A	3.360	12	1
A	3.202	12	3

Alpha = 0.05

DUNCAN	MEDIA	N	FC
A	4.635	12	2
B	3.923	12	1
C	2.637	12	3
C	2.398	12	4

Alpha = 0.05

Anexo 8. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias del contenido de materia seca (%) en la fracción hoja del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de cortes en época seca.

F.V.	G.L.	S.M.	C.M.	F.	Pr>0.05
B	2	4.417	2.209	0.67	0.5442
DN	3	6.054	2.018	0.62	0.6293
Error (α)	6	19.645	3.274		
Total parcela	11	30.116			
FC	3	80.054	26.685	13.41	0.0045
Error (β)	6	11.943	1.991		
DN*FC	9	14.910	1.657	0.51	0.8485
EM (θ)	18	58.473	3.248		
Total subparcela	47	165.38			
$R^2 = 0.639$		C.V. = 8.902	SEM = 1.712	PROM = 19.240	

DUNCAN	MEDIA	N	DN
A	19.691	12	1
A	19.484	12	2
A	18.888	12	3
A	18.886	12	4

Alpha = 0.05

DUNCAN	MEDIA	N	FC
A	20.571	12	3
A	19.748	12	2
A	19.535	12	4
B	17.106	12	1

Alpha = 0.05

Anexo 9. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias del contenido de materia seca (%) en la fracción tallo del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de cortes en época seca.

F.V.	G.L.	S.M.	C.M.	F.	Pr>0.05
B	2	8.478	4.739	3.82	0.0852
DN	3	6.079	2.027	1.63	0.2786
Error (α)	6	7.446	1.241		
Total parcela	11	22.003			
FC	3	33.842	11.281	2.73	0.1362
Error (β)	6	24.773	4.129		
DN*FC	9	33.184	3.687	1.40	0.2602
EM (θ)	18	47.489	2.638		
Total subparcela	47	139.288			
R² = 0.554		C.V. = 12.942	SEM = 1.735	PROM = 13.408	

DUNCAN	MEDIA	N	DN
A	13.884	12	1
A	13.580	12	4
A	13.223	12	3
A	12.943	12	2

Alpha = 0.05

DUNCAN	MEDIA	N	FC
A	14.709	12	1
AB	13.553	12	3
B	12.852	12	2
B	12.515	12	4

Alpha = 0.05

Anexo 10. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias del contenido de materia seca (%) en la planta total del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de cortes en época seca.

F.V.	G.L.	S.M.	C.M.	F.	Pr>0.05
B	2	3.506	1.753	0.64	0.5611
DN	3	1.794	0.598	0.22	0.8809
Error (α)	6	16.501	2.750		
Total parcela	11	21.801			
FC	3	18.504	6.168	1.74	0.2572
Error (β)	6	21.215	3.536		
DN*FC	9	17.585	1.954	0.74	0.6718
EM (θ)	18	47.740	2.652		
Total subparcela	47	105.044			
$R^2 = 0.456$		C.V. = 9.834	SEM = 1.695	PROM = 17.235	

DUNCAN	MEDIA	N	DN
A	17.47	12	1
A	17.37	12	2
A	17.08	12	3
A	17.01	12	4

Alpha = 0.05

DUNCAN	MEDIA	N	FC
A	17.96	12	3
A	17.73	12	2
A	16.70	12	4
A	16.54	12	1

Alpha = 0.05

Anexo 11. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias del contenido de proteína cruda (%MS) del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de cortes en época seca.

F.V.	G.L.	S.M.	C.M.	F.	Pr>0.05
B	2	4.869	2.435	6.73	0.0293
DN	3	47.159	15.719	43.45	0.0002
Error (α)	6	2.171	0.362		
Total parcela	11	54.199			
FC	3	1104.699	368.233	337.20	0.0001
Error (β)	6	6.552	1.092		
DN*FC	9	52.069	5.785	5.54	0.0010
EM (θ)	18	18.798	1.044		
Total subparcela	47	1182.118			
$R^2 = 0.979$		C.V. = 8.085	SEM = 1.027	PROM = 12.711	

DUNCAN	MEDIA	N	DN
A	13.606	12	4
A	13.319	12	3
A	12.861	12	2
B	11.057	12	1

Alpha = 0.05

DUNCAN	MEDIA	N	FC
A	20.174	12	1
B	13.653	12	2
C	8.765	12	3
C	8.250	12	4

Alpha = 0.05

Anexo 12. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de la producción de materia seca (k/ha/corte) en la fracción hoja del pasto elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv. Mott) en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de cortes en época seca.

F.V.	G.L.	S.M.	C.M.	F.	Pr>0.05
B	2	165073.205	82536.603	0.45	0.6577
DN	3	25394026.847	8464675.616	46.11	0.0002
Error (α)	6	1101433.476	183572.246		
Total parcela	11	26660533.52			
FC	3	161031960.139	53677320.046	130.27	0.0001
Error (β)	6	2472280.013	412046.669		
DN*FC	9	32160315.997	3573368.433	14.79	0.0001
EM (θ)	18	4347608.613	241533.812		
Total subparcela	47	200012164.72			
R² = 0.969		C.V. = 17.248	SEM = 533.068	PROM = 3090.580	

DUNCAN	MEDIA	N	DN
A	4101.50	12	4
B	3459.20	12	3
C	2459.50	12	1
C	2342.20	12	2

Alpha = 0.05

DUNCAN	MEDIA	N	FC
A	5301.90	12	4
B	4217.60	12	3
C	2339.70	12	2
D	503.10	12	1

Alpha = 0.05

Anexo 13. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de la producción de materia seca (k/ha/corte) en la fracción tallo del pasto elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv. Mott) en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de cortes en época seca.

F.V.	G.L.	S.M.	C.M.	F.	Pr>0.05
B	2	23250.450	11625.225	0.66	0.5516
DN	3	5035282.444	1678427.481	95.01	0.0001
Error (α)	6	105998.178	17666.363		
Total parcela	11	5164531.072			
FC	3	38509377.437	12836459.146	860.72	0.0001
Error (β)	6	89481.584	14913.597		
DN*FC	9	10512067.253	1168007.473	12.37	0.0001
Error (θ)	18	1699410.627	94411.702		
Total subparcela	47	50810336.89			
R² = 0.968		C.V. = 23.372	SEM = 273.015	PROM = 1168.127	

DUNCAN	MEDIA	N	DN
A	1530.80	12	4
A	1450.70	12	3
B	846.50	12	1
B	844.4	12	2

Alpha = 0.05

DUNCAN	MEDIA	N	FC
A	2393.20	12	4
B	1630.50	12	3
C	512.6	12	2
D	136.2	12	1

Alpha = 0.05

Anexo 14. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de la producción de materia seca (k/ha/corte) en la planta total del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de cortes en época seca.

F.V.	G.L.	S.M.	C.M.	F.	Pr>0.05
B	2	130321.514	65160.757	0.24	0.7969
DN	3	52413722.688	17471240.896	63.25	0.0001
Error (α)	6	1657322.021	276220.337		
Total parcela	11	54201366.22			
FC	3	352959047.616	117653015.872	253.23	0.0001
Error (β)	6	2787637.409	464606.235		
DN*FC	9	77801670.490	8644630.054	21.32	0.0001
Error (θ)	18	7297532.259	405418.459		
Total subparcela	47	440845887.7			
$R^2 = 0.979$ C.V. = 15.221 SEM = 648.240 PROM = 4258.707					

DUNCAN	MEDIA	N	DN
A	5632.30	12	4
B	4909.90	12	3
C	3306.10	12	1
C	3186.60	12	2

Alpha = 0.05

DUNCAN	MEDIA	N	FC
A	7695.10	12	4
B	5848.10	12	3
C	2852.30	12	2
D	639.30	12	1

Alpha = 0.05

Anexo 15. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de la producción de proteína cruda (k/ha/corte) en base seca del pasto elefante enano (*Pennissetum purpureum* cv. Mott) en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de cortes en época seca.

F.V.	G.L.	S.M.	C.M.	F.	Pr>0.05
B	2	2141.951	1070.976	0.25	0.7875
DN	3	626484.841	208828.280	48.49	0.0001
Error (α)	6	25838.435	4306.406		
Total parcela	11	654465.227			
FC	3	1665035.065	555011.688	80.48	0.0001
Error (β)	6	41378.846	6896.474		
DN*FC	9	534887.734	59431.970	11.62	0.0001
Error (θ)	18	92090.645	5116.147		
Total subparcela	47	2333392.29			
$R^2 = 0.955$		C.V. = 18.077	SEM = 74.573	PROM = 412.522	

DUNCAN	MEDIA	N	DN
A	563.22	12	4
B	483.19	12	3
C	302.58	12	1
C	301.10	12	2

Alpha = 0.05

DUNCAN	MEDIA	N	FC
A	633.28	12	4
B	507.28	12	3
C	379.80	12	2
D	129.73	12	1

Alpha = 0.05

Anexo 16. Efecto de la dosis de nitrógeno (DN) y frecuencias de corte (FC) sobre el contenido de materia seca en la fracción hoja (FH), fracción tallo (FT), planta total (PT) y producción de proteína cruda (k/ha/corte) en el pasto elefante enano en la época seca.

Variables	DN	FC (semana)				Prom ¹
	K/ha	3	6	9	12	
FH (%)	0	18.49	20.21	20.43	19.64	19.69 ^A
	200	17.60	20.42	20.03	19.88	19.48 ^A
	300	16.10	18.67	21.38	19.44	18.90 ^A
	400	16.23	19.69	20.44	19.18	18.89 ^A
Prom ² .		17.11 ^b	19.75 ^a	20.57 ^a	19.54 ^a	
FT (%)	0	16.49	13.69	14.12	11.23	13.88 ^A
	200	13.79	12.76	13.24	11.99	12.94 ^A
	300	14.65	13.05	12.50	12.69	13.22 ^A
	400	13.91	11.91	14.36	14.14	13.58 ^A
Prom ² .		14.71 ^a	12.85 ^b	13.55 ^{ab}	12.52 ^b	
PT (%)	0	18.02	17.41	18.23	16.24	17.47 ^A
	200	16.67	18.47	17.46	16.90	17.37 ^A
	300	15.73	17.23	18.85	16.51	17.08 ^A
	400	15.74	17.81	17.32	17.18	17.01 ^A
Prom ² .		16.54 ^a	17.73 ^a	17.96 ^a	16.71 ^a	
PC (k/ha/corte)	0	90.78	329.97	355.77	433.81	302.58 ^C
	200	110.87	208.21	555.22	330.09	301.10 ^C
	300	173.88	400.55	456.08	902.22	483.19 ^B
	400	143.40	580.46	662.03	867.01	563.22 ^A
Prom ² .		129.73 ^d	379.80 ^c	507.28 ^b	633.28 ^a	

^{1, 2} Promedios con letras diferentes mayúsculas en las columnas y minúsculas en las filas, que difieren estadísticamente según la prueba de Duncan ($p < 0.05$).

**Anexo 17. Costo de producción para la instalación de una hectárea de
pasto Elefante Enano.**

ITEM	UNIDAD	P.U. S/.	P.T. S/.
A. COSTOS FIJOS:			
1. Preparación del terreno			
Arado	5 h maq	30.00	150.0
Rastra	2.5 h maq	30.00	75.0
2. Labores culturales			
Siembra	25 j	10.00	250.0
Primer deshierbo (establecimiento)	30 j	10.00	300.0
Primera fertilización (establecimiento)	10 j	10.00	100.0
Segundo deshierbo (producción)	30 j	10.00	300.0
Segunda fertilización (producción)	10 j	10.00	100.0
Cosecha (corte)	20 j	10.00	200.0
3. Insumos			
Semillas	4000 esq	0.10	400.0
Fertilizantes (etapa establecimiento)			
Urea	4.34 sacos	39.00	169.26
SFT	2.22 sacos	49.00	108.78
KCl	1.66 sacos	49.00	81.34
MgSO ₄	4.00 sacos	49.00	196.00
			2430.38
B. COSTOS VARIABLES:			
1. Fertilizantes (etapa producción)			
Urea (dosis de nitrógeno/k/ha/año)			
0	0.00 sacos		
200	8.70 sacos	39.00	339.13
300	13.00 sacos	39.00	508.70
400	17.45 sacos	39.00	678.30
COSTO TOTAL S/.			
0			2430.38
200			2769.51
300			2939.08
400			3108.60