

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACADEMICO DE LA CIENCIA ANIMAL



PRODUCCION DEL PASTO ELEFANTE ENANO *Pennisetum purpureum* cv. Mott CON DIFERENTES DOSIS DE NITROGENO Y FRECUENCIAS DE CORTE EN EPOCA HUMEDA EN SELVA ALTA.

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

LUZ MARINA FOLLEGATTI ROMERO

PROMOCION 2001

Tingo Maria Perú

2002



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María - Perú

FACULTAD DE ZOOTECNIA

Av. Universitaria Km. 2 Telf. (064) 561280 Fax: (064) 561156 E-Mail: faczoot@unas.edu.com.pe

“AÑO DE LA VERDAD Y LA RECONCILIACIÓN NACIONAL”

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 12 de octubre del 2002, a horas 07:35 p.m. , para calificar la tesis titulada:

“PRODUCCIÓN DEL PASTO ELEFANTE ENANO (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) CON DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO Y DIFERENTES FRECUENCIAS DE CORTE EN ÉPOCA HÚMEDA EN SELVA ALTA”

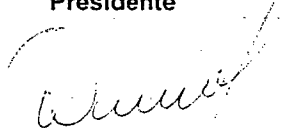
Presentada por el **Bachiller LUZ MARINA FOLLEGATTI ROMERO**; después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“MUY BUENO”**.


En consecuencia, la sustentante queda apta 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.

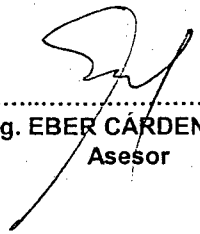
Tingo María, 18 de octubre del 2002.


.....
Ing. M.Sc. MIGUEL PÉREZ OLANO
Presidente


.....
WAGNER VILLACORTA LÓPEZ
Miembro


.....
Ing. M.Sc. WILFREDO DA CRUZ DEL AGUILA
Miembro


.....
Ing. MEDARDO DÍAZ CÉSPEDES
Asesor


.....
Ing. EBER CÁRDENAS RIVERA
Asesor

A mis padres

CARLOS y BETTY

Con reconocimiento eterno,

Por ese AMOR y FE que

Supieron transmitirme para

Hacer de mí un profesional.

Con la estima de

siempre, a Mis hermanos: LUZ

MILAGROS, LUZ DALILA, LUIS

ALBERTO y LUZ CARLA; por el

gran cariño e incentivo que

supieron darme para seguir

adelante.

A, EDUARDO DEL CAMPO,

Con todo mi AMOR y agradecimiento

AGRADECIMIENTO

- **Al Ing. Mg. Sc. MEDARDO A. DIAZ CESPEDES, asesor y gestor de la idea inicial del presente trabajo de investigación. Por la sugerencias, sus consejos y sus enseñanzas en mi formación profesional.**
- **Al Ing. Mg. Sc. EBER CARDENAS RIVERA, asesor del presente trabajo experimental.**
- **Al Ing. Mg. Sc. VICTOR HUGO HUAMANI YUPANQUI. Por su colaboración y enseñanzas en el presente trabajo de investigación.**
- **A mis amigos y compañeros, por su apoyo incondicional, que de una forma u otra han contribuido para la culminación del presente trabajo.**

INDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	3
2.1. Descripción general del pasto elefante enano <i>Pennisetum purpureum</i> cv. Mott.....	3
2.2. Evaluación agronómica del pasto elefante enano.....	4
2.2.1. Altura de la 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	12
2.4.1. El nitrógeno.....	12
2.4.2. El nitrógeno en los sistemas fertilizante-suelo- planta.....	14
2.4.3. Comportamiento de los fertilizantes nitrogenados en el suelo.....	16
2.5. Efecto de las frecuencias de corte sobre el pasto elefante enano.....	19
2.6. Influencias de los factores ambientales sobre el pasto elefante enano.....	21
III. MATERIALES Y METODOS.....	25
3.1. Localización del experimento.....	25
3.2. Características climáticas de la zona experimental.....	25
3.3. Descripción del área experimental.....	25
3.4. Variables independientes.....	27
3.5. Tratamientos en estudio.....	27
3.6. Análisis estadísticos.....	28

3.7. Croquis del área experimental.....	30
3.8. Variables dependientes.....	30
3.9. Datos a registrar.....	32
3.10. Costo de producción.....	35
IV. RESULTADOS.....	37
4.1. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencias de corte sobre las respuestas agronómicas del pasto elefante enano <i>Pennisetum purpureum</i> cv. Mott.....	37
4.2. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencias de corte sobre el contenido de materia seca (%) y proteína cruda (%MS) del pasto elefante enano <i>Pennisetum purpureum</i> cv. Mott.....	41
4.3. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencias de corte sobre la producción de forraje (k/ha/corte y proteína cruda (k/ha/corte) expresados en base seca del pasto elefante enano <i>Pennisetum purpureum</i> cv. Mott.....	46
V. DISCUSION.....	50
5.1. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencias de corte sobre las respuestas agronómicas del pasto elefante enano <i>Pennisetum purpureum</i> cv. Mott.....	50
5.2. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencias de corte sobre el contenido de materia seca (%) y proteína cruda (%MS) del pasto elefante enano <i>Pennisetum purpureum</i> cv. Mott.....	54
5.3. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencias de corte sobre la producción de forraje (k/ha/corte y proteína cruda (k/ha/corte) expresados en base seca del pasto elefante enano <i>Pennisetum purpureum</i> cv. Mott.....	57
VI. CONCLUSIONES.....	59
VII. RECOMENDACION.....	61
VIII. ABSTRACT.....	62

IX. BIBLIOGRAFIA.....	63
X. ANEXO.....	68

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Distribución de los tratamientos en función a dosis crecientes de nitrógeno (k/ha/año) y frecuencias de corte (sem).....	28
2. Costo de producción para la instalación de una hectárea de pasto elefante enano <i>Pennisetum purpureum</i> cv. Mott.....	36
3. Efecto de la dosis de nitrógeno (DN) y frecuencias de corte (FC) sobre la altura de planta (AP), cobertura(C), recuento de planta (RP) y relación hoja: tallo (RHT) del pasto elefante enano en la época húmeda.....	38
4. 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 proteína cruda (PC) en el pasto elefante enano en la época húmeda.....	43
5. Efecto de la dosis de nitrógeno (DN) y frecuencias de corte (FC) sobre la producción de forraje base seca (k/ha/corte) en la fracción hoja (FH), fracción tallo (FT), planta total (PT) y proteína cruda (PC) expresados en base seca del pasto elefante enano en la época húmeda.....	47

INDICE DE FIGURAS Y GRAFICOS

Figura	Página
1. Dimensión y distribución de parcelas principales (dosis de fertilización nitrogenadas) y parcelas secundarias (frecuencias de cortes) del área experimental.....	31

Gráfico	Página
1. Lluvias mensuales acumulativas (mm): octubre 2001 a junio 2002.....	26
2. Altura de planta (cm).....	39
3. Cobertura (%).....	39
4. Recuento de planta	40
5. Relación hoja: tallo.....	40
6. Contenido de materia seca en la fracción hoja (%).....	44
7. Contenido de materia seca en la fracción tallo (%).....	44
8. Contenido de materia seca en la planta total (%).....	45
9. Contenido de proteína cruda (%MS).....	45
10. Producción de materia seca en fracción hoja (k/ha/corte).....	48
11. Producción de materia seca en fracción tallo (k/ha/corte).....	48
12. Producción de materia seca en la planta total (k/ha/corte).....	49
13. Producción de proteína cruda en base seca (k/ha/corte)	49

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1. Precipitación acumulada (mm) semanal: octubre 2001 a junio 2002.
2. Precipitación acumulada (mm) mensual: octubre 2001 a junio 2002.
3. Temperatura media semanal (°C): octubre 2001 a junio 2002.
4. Características del suelo en el área experimental obtenidos a 10 y 20 cm de profundidad, al inicio del establecimiento en Tingo María.
5. Características del suelo en el área experimental obtenidos a 10 y 20 cm de profundidad, al final de la evaluación en Tingo María.
6. 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 húmeda.
7. 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 húmeda.
8. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias del recuento de planta del pasto elefante enano *Pennisetum purpureum cv. Mott* en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de cortes en época húmeda.

9. 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 húmeda.
10. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias del contenido de materia seca (%) a fracción hoja del pasto elefante enano *Pennisetum purpureum* cv. **Mott** en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de cortes en época húmeda.
11. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias del contenido de materia seca (%) a fracción tallo del pasto elefante enano *Pennisetum purpureum* cv. **Mott** en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de cortes en época húmeda.
12. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias del contenido de materia seca (%) a planta total del pasto elefante enano *Pennisetum purpureum* cv. **Mott** en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de cortes en época húmeda.
13. 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 húmeda.
14. 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 *Pennisetum purpureum* cv. **Mott** en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de cortes en época húmeda.

15. 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 *Pennisetum purpureum cv. Mott* en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de cortes en época húmeda.
16. 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 húmeda.
17. 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 *Pennisetum purpureum cv. Mott* en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de cortes en época húmeda.

RESUMEN

El presente trabajo se llevo a cabo en los potreros del fundo ganadero El Manantial, en Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, a una altitud de 660 msnm y con una precipitación pluvial mensual acumulado de 2091.1 mm (enero-mayo del 2002). El pasto fue el elefante enano *Pennisetum purpureum cv. Mott* establecidas al inicio de la época de lluvias (octubre del 2001), dispuestas en 3 bloques, con 4 parcelas principales (dosis de fertilizantes nitrogenados: 0, 200, 300 ,400 k/ha/año) y 4 parcelas secundarias (frecuencias de corte: 3, 6, 9, 12 sem); a través de evaluaciones agronómicas, contenido nutricional (MS y proteína total) y de producción de forraje (MS y proteína total). Para el análisis estadístico se utilizo un DBCA con arreglo de parcelas divididas. No encontrándose diferencias significativas($P<0.05$) por efecto de la fertilización nitrogenada sobre las variables en estudio. Sin embargo, existe diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$) por efecto de corte sobre estas variables. Así mismo, la producción de forraje y contenido de proteína total varían por efecto de dosis de nitrógeno y frecuencias de cortes. Por tanto, la producción del pasto elefante enano es afectado por las frecuencias de corte y ligeramente por la fertilización nitrogenada.

En tal sentido, es recomendable la utilización en función a la producción de materia seca, contenido de proteína total y económica, aprovechar este forraje entre la 6^{era} y 9^{na} semana de edad y con dosis de nitrógeno de 300 k/ha/año.

I. INTRODUCCIÓN

En el trópico los sistemas de producción extensiva con rumiantes se basan en forrajes nativos o cultivadas, que al ser manejados inadecuadamente afectan tanto la calidad de alimento como la frecuencia y el consumo de las pasturas. En toda explotación ganadera el problema de alimentación del ganado mediante pasturas, esta sujeta a la marcada estacionalidad de la disposición de las precipitaciones durante todo el año.

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 de abundante precipitación pluvial las etapas de crecimiento son muy marcadas y la maduración del pasto es muy lenta manteniendo la calidad nutritiva en niveles constantes. Mientras que los suelos son constantemente afectados por factores como la erosión, ocasionando el arrastre de la capa de materia orgánica y de nutrientes minerales, los cuales constituyen elementos básicos para el desarrollo de los cultivos. (VICKERY, 1991).

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 de ganado, competencia de mala hierba y el ataque de plagas y enfermedades (CARMONA, 1995).

Dentro de esta alternativa tenemos al 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 y excelente condición forrajera, buen consumo por los animales y un alto valor nutritivo; y también mostrar respuestas altamente productivas a labores culturales como la fertilización especialmente la nitrogenada. Condiciones de suelos de baja fertilidad y clima tropical húmedo con altas precipitaciones y temperaturas (CLAVERO y FERRER, 1995; SOTO, 1993).

En base a lo anterior nos permitimos plantear la siguiente hipótesis: si se fertiliza con dosis crecientes de nitrógeno, incrementa el rendimiento y la calidad nutritiva del pasto elefante enano ***Pennisetum purpureum cv. Mott***.

El objetivo del presente trabajo fue determinar la productividad del pasto elefante enano ***Pennisetum purpureum cv. Mott*** con diferentes dosis de fertilización nitrogenada, a diferentes edades de corte en época de máxima precipitación en la zona de Selva.

II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1 Descripción general del pasto elefante enano *Pennisetum purpureum* cv. **Mott**

El pasto elefante enano conocido también como King grass enano es una variedad mejorada, que se logro 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. También indica, que se adaptan al medio, 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 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 cruda 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), señala 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

rebrotos 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 investigación de pastos. Esto es de vital importancia, cuando, como ocurre en la mayoría de los suelos ácidos e infértiles del trópico, no se conoce, sino un número reducido de especie que sobreviven en 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 para evaluar 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 (RIEPF), 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).

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 86.80 cm respectivamente evaluadas a la séptima semana post aplicación. Así mismo, manifiesta que las planta que recibieron estas dosis de nitrógeno se logró obtener un incremento de 16 y 20 cm 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 y frecuencias de corte (28, 42 y 56 días) y altura de cortes (10, 20 y 40 cm), observaron que la altura de las plantas (143.47 cm) se incrementó a medida que las intensidades y frecuencias de defoliaciones disminuían (56 días y 40 cm). 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. Estos investigadores 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 10 cm), al obtener una altura de planta de 65.38 cm.

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

En relación al recuento de planta o número de macollos, CLAVERO y PULGAR (1995) mencionan que el número de tallos basales por planta a medida que las frecuencias de corte disminuyen y la intensidad de defoliciones aumentan, el número de tallos basales por planta se incrementan. Variando desde 60 (28 días de intervalos entre corte y 10 cm de altura de defoliación) hasta 46 (56 días de intervalos entre corte y 40 cm de altura de defoliación). Atribuyendo que el mayor efecto se debe a las frecuencias de corte.

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.

Por su parte ELIAS y CASTELLVI (1996), manifiestan que cuando la vegetación sufre un estrés hídrico (encharcamiento), envejece y/o experimenta una disminución en la biomasa total.

ASCON y BIETO (1996), afirman que el encharcamiento ocasionan un déficit de oxígeno a nivel de las raíces, evitando una adecuada absorción de agua por estas, 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.

La producción de biomasa de un forraje esta afectada por la edad (estadio fenológico). A medida que el pasto madura la producción de biomasa aumenta, mientras que el valor nutritivo medido 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 3ª 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 compara 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, 8 y 12 semanas respectivamente, todos superior a uno, evidenciando las cualidades forrajeras de esta gramínea para la alimentación

del ganado, dada su preferencia al mayor consumo de hojas que de tallos (CARMONA y RODRÍGUEZ, 1979).

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 de esta manera, 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, 1993).

Existe una tendencia de la materia seca 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 pocos consistentes sobre el números 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 11^{ava} semana (191 g/planta). La aceleración en el proceso de senescencia está estrechamente relacionada con la pérdida de valor nutritivo del forraje ya que la acumulación de hojas muertas pudiera

afectar negativamente la digestibilidad de todo el forraje (DEAN y CLAVERO, 1992).

2.2.2 Producción de forraje del pasto elefante enano

Las respuestas de las plantas pueden ser evaluadas de diferentes maneras, normalmente los investigadores coinciden en que la producción de materia seca es una de las mejores medidas cuantitativas (BERNARD, 1964).

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

CARMONA y RODRIGUEZ (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 para la variedad elefante enano, rendimientos de materia seca superiores a la 10^{ma} semana en comparación de la 8^{va} y 6^{ta} semana con valores de 2052.2, 1103.54 y 845.10 k/ha, respectivamente. Al respecto, HERNÁNDEZ y RODRÍGUEZ (1978), señalan que a medida que se incrementan los niveles de nitrógeno de 0 a 450 k de N/ha/año, 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, sobre la producción de materia seca, reportaron rendimientos de 5.17, 9.36 y 13.26 t MS/ha/año, con dosis

de fertilización de 0, 150, 300 k de N/ha/año, respectivamente (VALENTIM *et al.*, 1988).

BERNAL (1986), en un trabajo realizado con King grass, indica que 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 esta 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 afectada por la edad (estadio 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 disminuyen.

McDONALD 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 (1999), señalan 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).

En 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% esta 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).

RODRIGUEZ 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 y 8 semana valores máximos (12.6%) y mínimos (10%), respectivamente. Mientras tanto en épocas de máximas precipitación, los niveles de proteína cruda están de 13.2, 13.8 y 11.5% a la 4, 6 y 8 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, señalan 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 en el 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 varia 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 del nitrógeno en el suelo y al intensificarse las lluvias se desarrolla una vegetación más exuberante y la disposición de restos orgánicos fue 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 limos 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 un clorosis foliar (CIAT, 1998).

FIRMAN (1963), dice 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), afirma que los principales procesos que permiten que el nitrógeno no empleado por las plantas se pierda por el suelo se encuentra la lixiviación, erosión y desnitrificación. Además indica 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 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 de 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. Esta 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. (TISDALE y NELSON, 1991; GUERRERO, 1990).

Antes de que las plantas puedan utilizar el nitrógeno, primero es necesaria su incorporación ya sea a través de la fijación natural del nitrógeno por parte de las leguminosas, o a través de fertilizantes comerciales. Una vez incorporado al suelo, el nitrógeno experimenta una serie de cambios o procesos (desnitrificación, lixiviación, erosión). El proceso total, se denomina ciclo del nitrógeno (PARKER, 2000).

TISDALE y NELSON (1991), manifiestan que las formas utilizables por las plantas superiores son:

- Fijación por Rhizobio y otros microorganismos que viven simbióticamente en las raíces de las leguminosas y otras determinadas plantas no leguminosas.

- Fijación por microorganismos que viven libremente en el suelo y quizás por organismos que viven en las hojas de las plantas tropicales.
- Fijación como algunos de los óxidos de nitrógeno, por las descargas eléctricas atmosféricas.
- Y fijación como amoníaco (NO_3^{2-} , o NO_2^{2-}) por algunos de los varios procesos industriales para la fabricación de los fertilizantes nitrogenados sintéticos.

2.4.3. Comportamiento de los fertilizantes nitrogenados en el suelo

El nitrógeno que se halla en el suelo puede ser generalmente clasificado como orgánico e inorgánico. Las formas inorgánicas del nitrógeno del suelo incluyen NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , N_2O , NO y N_2 (amonio, nitrato, nitrito, óxido nitroso y nitrógeno elemental, respectivamente). Las plantas absorben la mayor parte de su nitrógeno en forma de amonio y nitrato. Las cantidades de estos iones que pueden utilizarse por las raíces de las plantas agrícolas dependen en gran parte de las cantidades suministradas como fertilizante nitrogenadas comerciales y liberadas de las reservas de nitrógeno del terreno contenido en compuestos orgánicos. Las cantidades liberadas de estas reservas orgánicas dependen del equilibrio que existe entre los factores que afectan a la mineralización del nitrógeno, a la inmovilización y a las pérdidas del terreno (TISDALE y NELSON, 1991).

Las sales solubles se disuelven en el suelo que rodea la zona de aplicación del fertilizante que se convierte así en muy concentrado. La proporción y distancia del movimiento de las sales respecto al punto de

aplicación depende de la naturaleza de dichas sales, el carácter del suelo y las condiciones climáticas. Las sales nitrogenadas se mueven hacia arriba y hacia abajo en el suelo, dependiendo de la dirección del movimiento del agua. El nitrato se mueve más fácilmente, porque no se unen por si mismos a las partículas del suelo. Por otra parte, el nitrógeno amoniacal es absorbido por los coloides del suelo (FASSBENDER, 1991).

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.

La mayor parte de las gramíneas de estación cálida, responden bajo condiciones de nitrógenos muy superior a los que se emplean normalmente, así es que aplicando fertilizantes nitrogenados aumenta el contenido de materia seca de los forrajes y por lo tanto, la producción animal aumenta (GUERRERO, 1990).

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 la textura de la capa arable, se requiere cantidades más altas de nitrógeno en suelos arenosos que en suelos arcillosos, con igual contenido de materia orgánica. 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 representarse 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.

Por su parte GUERRERO (1990), señala que la hidrólisis un fenómeno rápidos en suelos provistos de materia orgánica y lentos en suelos pobres en humus, biológicamente poco activos o muy ácidos o incluso en tiempo seco.

Con lluvias intensas, los nitratos se movilizan hacia las partes mas profundas del suelo y producen un almacenamiento de nitrógeno para usos posteriores, previsión que no saldrá de la zona radicular. En un estudio realizado por estos autores, reportan que no existen diferencias con relación a la acumulación de nitrógeno en la planta, cuando se realiza la distribución de fertilizantes nitrogenada a diferentes profundidades (10 – 50 cm) durante la época de máxima precipitación. En tal sentido debe considerarse el tiempo óptimo para que estos puedan aplicarse evitando la posibilidad de las perdidas de nitrógeno. También señalan que, cuanto mayor sea el exceso de precipitación, mayor son las posibilidades de pérdidas. En regiones húmedas y cálidas las perdidas de nitrógeno serán mayores por efecto de filtrado y gaseosas. Así mismo, en suelos arenosos, el nitrógeno de la fertilización se perdió por efecto de filtración y por lavados de lluvias. Si bien es cierto, el nitrógeno se mueve hacia abajo, pero muchos estarán fuera del alcance de las raíces (TISDALE y NELSON, 1991).

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

La apariencia externa o morfológica de las plantas forrajera 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 postrado 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). Muchos de los cuales, reportaron que las especies que producían una gran cantidad de meristemas apicales o tallos reproductivos, eran considerados menos tolerantes al pastoreo y, frente a un 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). Al respecto, se ha determinado que la posición de los puntos de crecimiento es un factor morfológico importante en determinar la persistencia del pastizal (YOUNGNER, 1992).

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

consiguiendo 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 matos 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 tierno, 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 de estructura, protección y otros contenidos más celulosa (VAN SOEST, 1987).

2.6. Influencias de los factores ambientales sobre el pasto elefante enano

El crecimiento de las plantas forrajeras, está influenciado por las condiciones ambientales a las cuales se hayan expuestas. El clima de un área tiene una marcada influencia en la productividad de las plantas que crecen en dicha zona. Los factores ambientales que ejercen mayor influencia en el crecimiento de los forrajes son: la temperatura, la luz y la humedad; sometiendo frecuentemente a situaciones desfavorables para su desarrollo y funcionamiento (BERNAL, 1991).

Este conjunto de situaciones desfavorables se conoce con el nombre de estrés medioambiental. Mediante la selección natural, las plantas han adquirido una serie de mecanismos que les han permitido sobrevivir en estas situaciones adversas. Mediante estas adaptaciones, las plantas completan su ciclo vital o, al menos, su ciclo reproductivo, antes del comienzo de la estación seca (AZCON y BIETO, 1996).

PICHARD *et al.* (1983), indica que las gramíneas utilizadas como forrajes, poseen en general una elevación y rápida respuesta a la fertilización nitrogenada y su resultado esta relacionado a factores ambientales y biológicas 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.

Para la mayor parte de la planta terrestre, un exceso de agua, producido por encharcamientos, resulta desfavorable, debido a que la difusión de los gases a través de disoluciones acuosas es menor originando condiciones anaeróbicas en las raíces. Esto inhibe la absorción de agua por las raíces, lo que puede provocar fenómenos de estrés hídrico en las partes aéreas de la planta, una de estas adaptaciones que adopta la planta, consiste en transportar oxígeno desde las partes aéreas hacia las raíces con lo que eliminan o reducen las condiciones anaeróbicas. Mediante estas adaptaciones las plantas consiguen completar su desarrollo o, al menos, su ciclo reproductivo, antes de aparecer las condiciones desfavorables para el crecimiento. Estas adaptaciones sólo se han desarrollado en aquellos ambientes con climas marcadamente estacionales. En general, los estreses medioambientales provocan una reducción del crecimiento vegetativo de las partes aéreas. Sin embargo, el estrés en general no inhibe el crecimiento de las raíces, lo que aumenta la proporción de raíces respecto a las partes aéreas. Aunque las ventajas evolutivas de este comportamiento no están del todo esclarecidas, parece ser que las plantas presentan así un mayor potencial de captación de recursos y evitan un gasto innecesario de energía para el crecimiento en condiciones adversas. A nivel celular, una respuesta general al estrés es el engrosamiento de las paredes celulares. Además,

dichas situaciones inducen fenómenos de senescencia tales como la muerte celular y la necrosis, la degradación de pigmentos fotosintéticos y macromoléculas, alteraciones en la membrana, etc. (AZCON y BIETO, 1996).

ELIAS y CASTELLVI (1996), menciona que el balance de energía de una cubierta vegetal es, en gran medida, el resultado de las condiciones meteorológicas a las que están expuestas, integradas dentro del contexto de los mecanismos de adaptación fisiológicos y morfológicos y de la disponibilidad de recursos, tales como el agua y nutrientes. Cuando la vegetación sufre un estrés, envejece o experimenta una disminución en la biomasa.

AZCON y BIETO (1996), aseveraron que la senescencia, en general, constituye una parte del programa de desarrollo de una planta, o de un elemento de la misma, que se ve modulado en su expresión por las variables ambientales, el estado de crecimiento y, de algún modo, por la propia historia de la planta. Algunos de los cambios que tienen lugar en hojas senescentes se debe a un descenso en la capacidad de asimilación de CO₂ lo que ocurre de forma paralela a la caída en el contenido de proteínas totales.

QUINTERO *et al.* (1994) señalaron que factores climáticos como precipitación, evaporación y temperatura, son factores más influyentes en el valor nutritivo de las plantas, pues dicen que cuando el aire se seca alrededor de una superficie foliar los estomas se cierran y, la luz no es utilizada eficientemente. Por lo cual la tasa fotosintética se reduce, disminuyendo el área foliar de la planta.

CLAVERO y PULGAR (1995), afirman que la respuesta del pasto elefante enano fue altamente dependiente a la precipitación de la localidad, al estudiar la producción estacional de tallos del pasto elefante enano, se encuentra que el número de tallos basales fue de 30% mayor durante la época de máxima precipitación.

AZCON y BIETO (1996), afirman que mediante adaptaciones las plantas consiguen completar su desarrollo o, al menos, su ciclo reproductivo, antes de aparecer las condiciones desfavorables para el crecimiento. Así, en climas con una estación seca y otra húmeda muy definidas, algunas plantas consiguen completar su ciclo vital antes del comienzo de la estación seca.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del experimento

El presente trabajo se llevo 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 Huánuco, a 09°17' 58" de latitud sur, 76°01'07" de latitud oeste y una altitud de 660 msnm. 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 de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, la precipitación pluvial acumulada durante el periodo de ejecución del presente trabajo (enero-mayo del 2002) fue de 2090.1 mm variando entre 273.4 a 552.0 mm con una temperatura promedio de 25.04 °C, variando entre 23.8 a 26.1 °C. (Gráfico1 y Anexo 1, 2, 3).

3.3. Descripción del área experimental

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

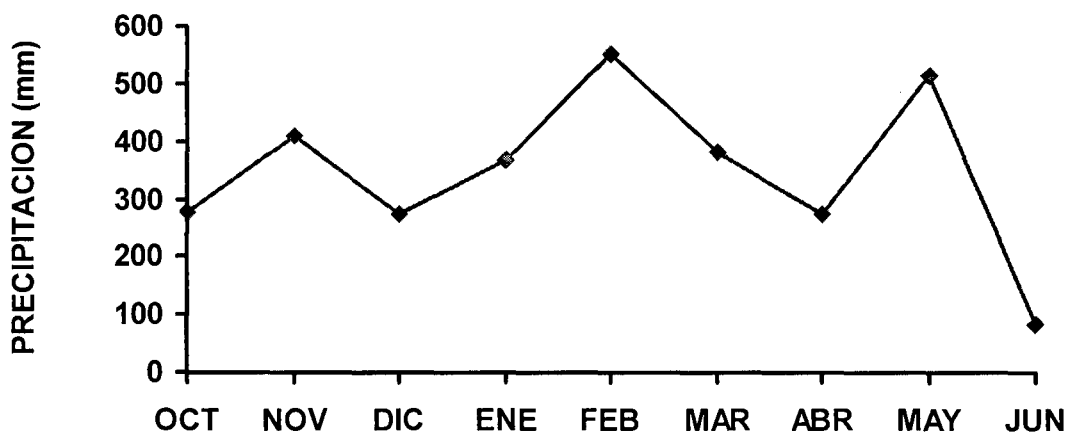


Gráfico 1. Lluvias mensuales acumulativas (mm): Octubre del 2001 a junio del 2002

El suelo es de una textura Franco Limoso, en la que predomina la fracción limo con el 60.61%, seguido de arena y arcilla con 24.7 y 13.18% respectivamente. El contenido de materia orgánica es de 3.1% considerado bueno, con nitrógeno de 0.14% considerado en rango medio, Fósforo de 11.2 ppm considerado en rango bajo y Potasio de 1.7 me/100g en rango muy alto. Los suelos son de un pH ligeramente alcalino a neutro (7.2). En general los suelos son considerados de buena fertilidad, por estar situado a la rivera de un río (Anexo 4,5).

Para el presente trabajo se destinó un área experimental de 228 m² (19m x 12 m), la misma que fue dispuesta de la siguiente manera; tres bloques de 50 m² cada uno (5m x 10m), dentro de cada bloque se ubicaron 4 parcelas principales con un área efectiva de 10 m² cada uno (5m x 2m). Así mismo, dentro de cada parcela se dispusieron aleatoriamente 4

parcelas secundarias o sub parcelas, con un área efectiva de muestreo de 1 m² cada uno. La disposición de las plantas del pasto elefante enano fue de 0.5 m entre líneas (4 hileras) por 0.5 m entre plantas.

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 20 cm. de profundidad. Las frecuencias de corte (sub parcelas) fueron dispuestos 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 Cortes Sem
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 Completos al Azar (DBCA) con Arreglo de Parcelas Divididas; donde:

Parcelas principales = dosis de nitrógeno.

Parcelas secundarias o sub parcelas = frecuencias de cortes.

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ij} + \rho_k + \varepsilon_{ik} + \tau\rho_{(jk)} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Observación cualquiera.

μ = Efecto de la media.

β_i = Efecto del i-ésimo bloque.

τ_j = Efecto del j-ésimo dosis de nitrógeno que se estudia en las parcelas principales

ε_{ij} = Error experimental asociada a las parcelas principales (Error a).

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

ε_{ik} = Error experimental asociada a las parcelas secundarias o sub parcelas (Error b).

$(\tau\rho)_{jk}$ = 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 utilizando el procedimiento general para modelos lineales del sistema de análisis estadístico SAS (SAS, 1982).

El análisis de las medias del efecto de 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.

3.8. Variables dependientes

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

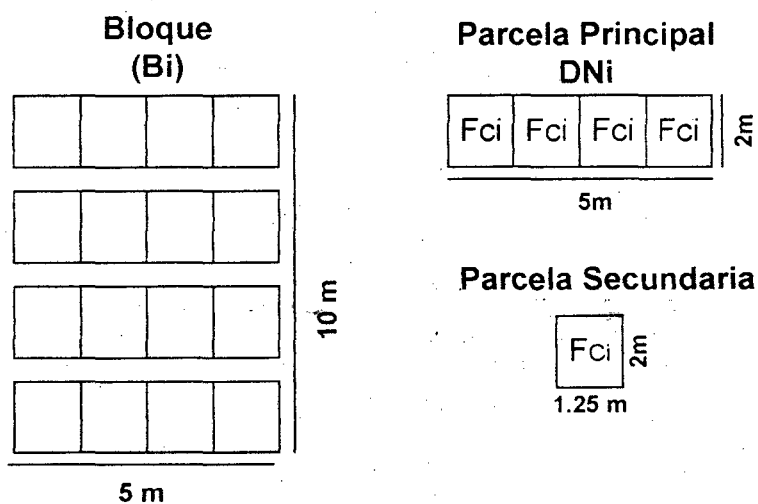
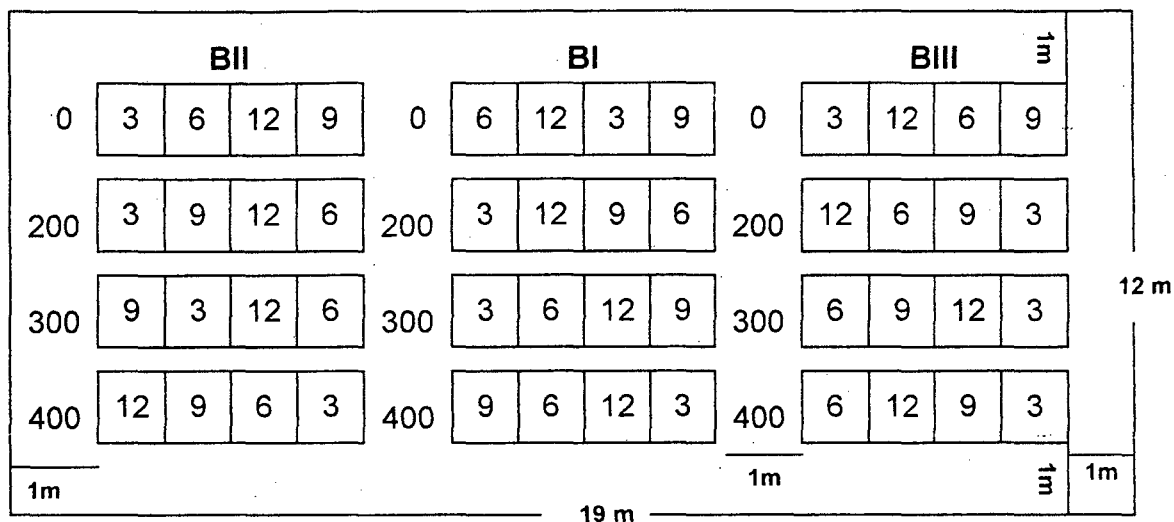
Aspectos agronómicos

- Altura de planta (cm).
- Cobertura (%).
- Recuento de planta (número de macollos/planta).
- 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) expresados en base seca.

Contenido de materia seca (%) y proteína cruda (%MS).



Leyenda:

Bi = Bloques (I,II,III)

DNi = Dosis de Nitrógeno (0,200,300, 400)

Fci = Frecuencia de corte (3, 6, 9, 12 sem)

Figura 1. Dimensión y distribución de parcelas (dosis de fertilización nitrogenada) y parcelas secundarias (frecuencia de corte) del área Experimental.

3.9. Datos a registrar

Para las evaluaciones agronómicas durante la etapa de producción en la época de mayor 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 enero y culminó en mayo 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 semana) en la etapa de producción post corte de uniformización, considerados en este trabajo experimental:

a. Evaluaciones agronómicas

Altura de Planta (cm). La altura de planta se tomaron de cada parcela cinco plantas seleccionadas al azar, correspondientemente a la 3^{era}, 6^{ta}, 9^{na} y 12^{ava}. La medición de la altura fue en cm desde el suelo hasta el punto mas 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 1 m² 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. Posteriormente se sumaron los valores

por retícula y el total se multiplicó por cuatro para obtener el valor de porcentaje.

Recuentos de plantas o números de macollos. Se realizaron estableciendo un área de 1 m² con la ayuda de un marco de madera de 1 m² dentro del área que sistemáticamente haya correspondido al corte y se procedió a contar el números de plántulas comprendidas dentro de el.

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 formula:

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

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 todo el material vegetal del m² 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 determino la materia seca (%), aplicando la formula:

$$MS/m^2 = \frac{PF * ps}{pf}$$

Donde:

PF = peso fresco de la muestra,

pf = peso fresco de la sub muestra,

ps = peso seco de la sub muestra.

c. Evaluaciones 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. Mientras tanto, 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 escriba de 1 mm.

- Identificados y almacenados en bolsas de polietileno, para su posterior análisis de laboratorio.

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

3.10. Costo de producción

Con la finalidad de medir el nivel productivo del pasto elefante enano, se evaluó el costo de producción de cada dosis de nitrógeno a fin de ver la ventaja económica que presenta, tomando en consideración mano de

obra, preparación del terreno y el costo de los fertilizantes. Los cuales pueden ser observados en el cuadro 2.

Cuadro 2. Costo de producción para la instalación de una hectárea de pasto elefante enano *Pennisetum purpureum* cv. Mott

ITEM	UNIDAD	P.U. S/.	P.T S/.
A. COSTOS FIJOS			
1. <u>Preparación del terreno</u>			
Arado	5 h maq	30.0	150.0
Rastra	2.5 h maq	30.0	75.0
2. <u>Labores culturales</u>			
Siembra	25 j	10.0	250.0
Primer deshierbo (establecimiento)	30j	10.0	300.0
Primera fertilización (establecimiento)	10j	10.0	100.0
Segundo deshierbo (producción)	30j	10.0	300.0
Segunda fertilización (producción)	10j	10.0	100.0
Cosecha (corte)	20j	10.0	200.0
3. <u>Insumos</u>			
Semillas	40000 esq	0.01	400.0
Fertilizantes (etapa establecimiento)			
Urea	4.34 sacos	39.0	169.26
SFT	2.22 sacos	49.0	108.78
KCI	1.66 sacos	49.0	81.34
MgSO ₄	4.00 sacos	49.0	196.00
			2430.38
B. COSTOS VARIABLES:			
1. <u>Fertilizantes (etapa Producción)</u>			
Urea (dosis de nitrógeno/k/ha/año)			
0	0.00 sacos		
200	8.70 sacos	39.0	339.13
300	13.00 Sacos	39.0	508.70
400	17.45 sacos	39.0	678.30
COSTO TOTAL S/.			
0			2430.38
200			2769.51
300			2939.08
400			3108.60

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, evaluados en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de corte durante la época de máxima precipitación, se puede observar en el Cuadro 3 y Gráficos 2, 3, 4 ,5.

Al analizar el efecto de la dosis de nitrógeno sobre la altura de planta, cobertura, recuento de plantas y relación hoja: tallo, los valores promedios evidencian que no existe diferencia estadística significativa para todas las variables respuestas. Sin embargo, al evaluar el efecto de la frecuencia de corte se encontró diferencias estadística altamente significativa ($p < 0.05$), para todas estas variables en estudio.

Los valores obtenidos para las variables: altura de planta, cobertura, recuento de planta y relación hoja: tallo; por efecto de la frecuencia de corte varían desde la 3^{era} semana de edad de corte con valores promedios de 30.83 cm, 44.75 %, 38.5 macollos/planta y 4.10; llegando a la 12^{ava} semana (final de la evaluación) con promedios de 120.92 cm, 45.75%, 27.08 macollos/planta y 1.10, respectivamente.

Cuadro 3. Efecto de la dosis de nitrógeno (DN) y frecuencias de corte (FC) sobre la altura de planta (AP), cobertura (C), recuentos de planta (RP) y relación hoja: tallo (RHT) del pasto elefante enano en la época húmeda.

Variables	DN k/ha	FC (semanas)				Prom ¹ .
		3	6	9	12	
AP (cm)	0	36	66	92	116	77.5 ^A
	200	30	65	88	121	76.0 ^A
	300	29	67	95	123	78.5 ^A
	400	29	69	94	124	79.0 ^A
Prom ² .		30.83 ^d	66.75 ^c	92.42 ^b	120.92 ^a	
C (%)	0	43	31	28	35	34.25 ^A
	200	55	42	41	43	45.25 ^A
	300	41	33	45	47	41.50 ^A
	400	40	52	63	58	53.25 ^A
Prom ² .		44.75 ^a	39.5 ^a	44.25 ^a	45.75 ^a	
RP	0	36.66	31.33	29.33	25.00	30.58 ^A
	200	42.00	44.33	34.00	29.33	37.42 ^A
	300	39.00	35.33	32.33	23.66	32.58 ^A
	400	36.33	56.00	40.66	30.33	40.83 ^A
Prom ² .		38.5 ^{ab}	41.75 ^a	34.08 ^b	27.08 ^c	
RHT	0	4.13	2.01	1.42	0.95	2.13 ^A
	200	3.56	2.10	1.37	1.51	2.14 ^A
	300	4.94	1.91	1.83	1.02	2.43 ^A
	400	3.78	1.82	1.76	0.91	2.07 ^A
Prom ² .		4.10 ^a	1.96 ^b	1.60 ^b	1.10 ^c	

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

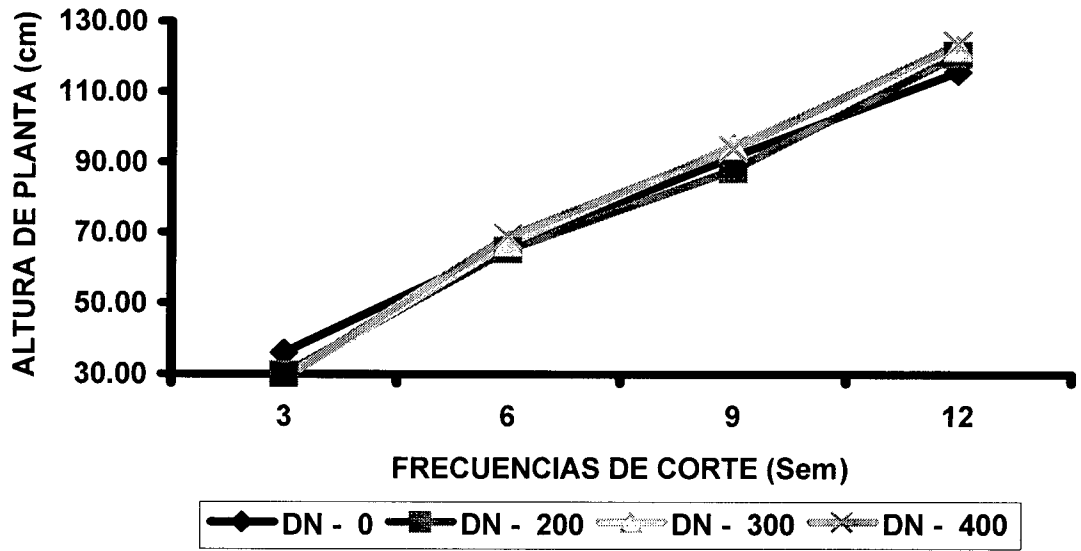


Gráfico 2. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencia de corte sobre la altura de la planta (cm) del pasto elefante enano en época húmeda.

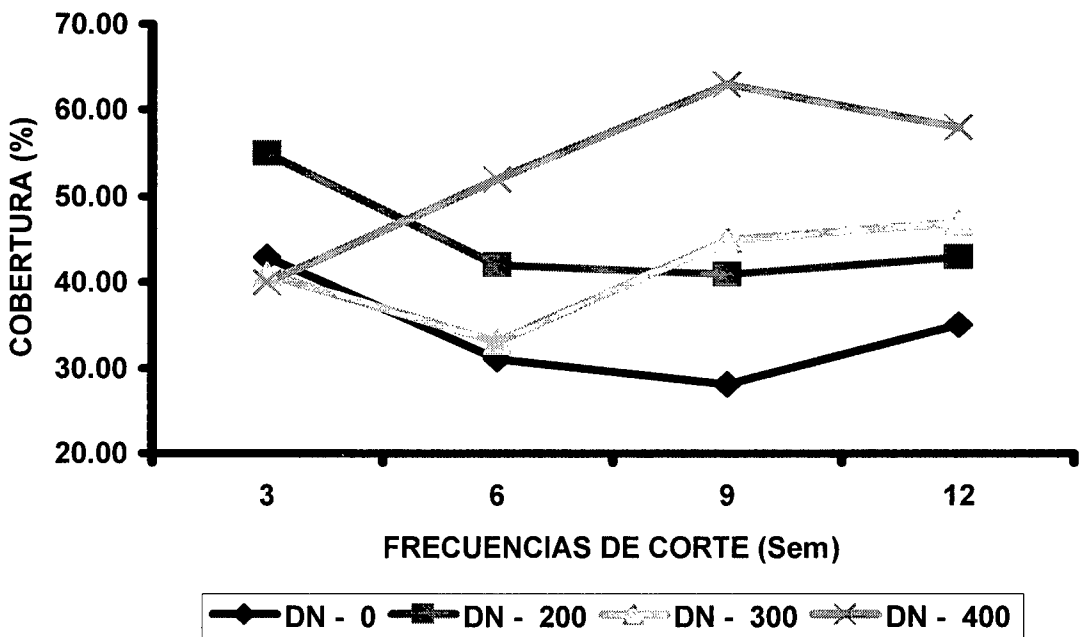


Gráfico 3. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencia de corte sobre la cobertura (%) del pasto elefante enano en época húmeda.

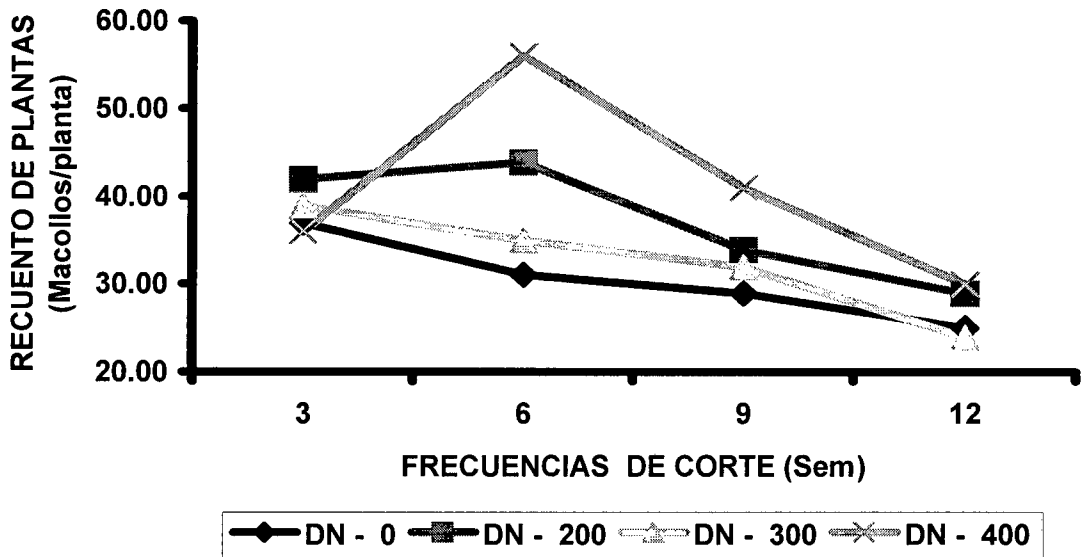


Gráfico 4. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencia de corte sobre el recuento de plantas (macollos/planta) del pasto elefante enano en época húmeda.

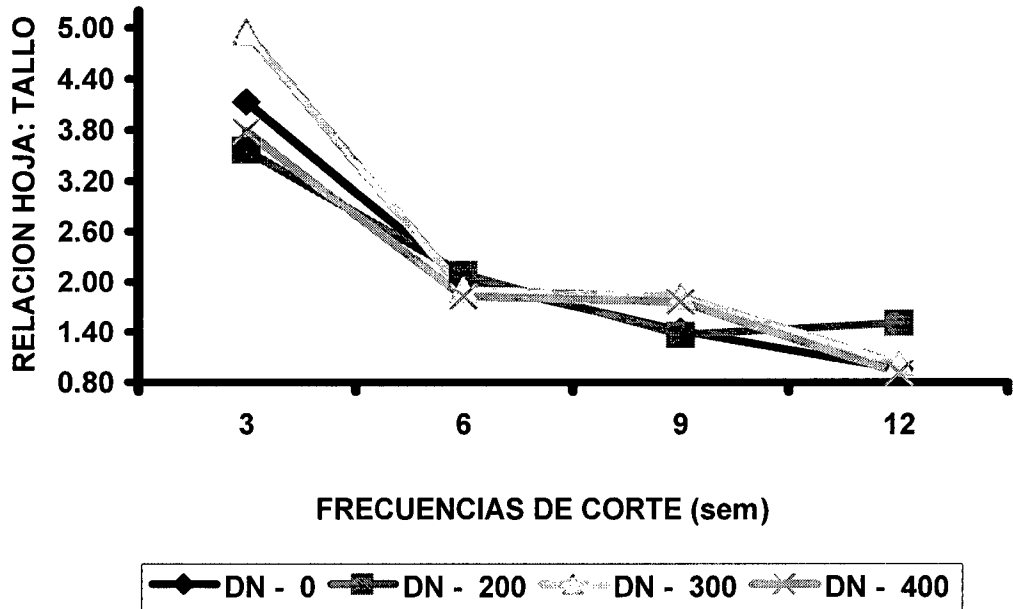


Gráfico 5. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencia de corte sobre la relación hoja: tallo del pasto elefante enano en época húmeda.

4.2. Efecto de la dosis de fertilización nitrogenada y frecuencia de corte sobre el contenido de materia seca (%) y proteína cruda (%MS) del pasto elefante enano *Pennisetum purpureum* cv. Mott

El contenido de materia seca (%) y proteína cruda (%MS) en el pasto elefante enano *Pennisetum purpureum* cv. Mott, evaluados en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de corte durante la época de máxima precipitación, se puede observar en el Cuadro 4 y Gráficos 6, 7, 8, 9.

Al observar el efecto de la dosis de nitrógeno sobre el contenido de materia seca (%) en la planta total y sus fracciones (hoja y tallo), los valores promedios nos muestran que no existe diferencias significativas ($P < 0.05$). Sin embargo, al evaluar el contenido de proteína en la planta total, observamos que existe diferencias altamente significativas ($P < 0.05$) por efecto de dosis de nitrógeno, presentando los máximos valores 10.81 y 11.24 % con las dosis de nitrógeno de 300 y 400 k/ha respectivamente, quienes a su vez no presentan diferencias significativas ($P < 0.05$). Así mismo, los contenidos más bajos de proteína cruda se observan en el testigo (0 k de nitrógeno/ha) y con el nivel de 200 k de nitrógeno/ha/año, con valores 9.37 y 9.86 respectivamente; en las cuales también no se encontró diferencias significativas ($P < 0.05$). El contenido de materia seca (%) en la planta total y fracciones (hoja y tallo), varían de 12.96, 8.82 y 11.92 %, al primer corte (3^{era} semana) incrementándose hasta 25.65, 25.44 y 25.51% a la 12^{ava} semana respectivamente. En cuanto al contenido de proteína cruda (%MS), encontramos el máximo valor a la 3^{era} semana de corte (17.12%),

descendiendo marcadamente hasta la 6^{ta} semana de corte (8.64%), para mantenerse casi constante hasta la 9^{na} semana de corte (8.72%), para nuevamente descender hasta la 12^{ava} semana de corte donde se obtuvo el valor más bajo (6.82%).

Así mismo, existe diferencias altamente significativas ($P < 0.05$) entre la interacción de los dos factores en estudio sobre el contenido de proteína cruda, observándose que los máximos contenidos se obtuvieron a la 3^{era} semana de edad y con dosis de nitrógeno de 300 y 400 k/ha/año (18.22 y 19.08%) respectivamente. Mientras que los valores más bajos (6.42 y 6.60%) fueron obtenidos a la 12^{ava} semana con 0 (testigo) y 200 k de nitrógeno/ha/año, respectivamente. También se puede observar que no existe diferencias significativa ($P < 0.05$) entre la 6^{ta} y 9^{na} semana de corte y cuando aplicamos las dosis más altas de nitrógeno (300 -400 k/ha/año). Sin embargo, estos valores son superiores cuando se aplica las dosis mas bajas evaluadas en el mismo intervalo de corte.

Cuadro 4. 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 proteína cruda (PC) en el pasto elefante enano en la época húmeda.

Variables	DN k/ha	FC (semanas)				Prom. ¹
		3	6	9	12	
FH (%)	0	13.36	22.09	23.54	25.11	21.02 ^A
	200	12.66	21.92	22.25	28.72	21.39 ^A
	300	12.71	22.54	22.60	23.09	20.24 ^A
	400	13.11	22.72	22.28	25.66	20.94 ^A
Prom. ²		12.96 ^c	22.32 ^b	22.67 ^b	25.65 ^a	
FT (%)	0	8.842	17.52	22.23	24.99	18.38 ^A
	200	8.339	17.54	22.11	20.46	17.11 ^A
	300	9.185	17.22	18.79	29.22	18.60 ^A
	400	8.646	17.89	17.98	27.08	17.89 ^A
Prom.		8.82 ^d	17.46 ^c	20.28 ^b	25.44 ^a	
PT (%) (hoja + tallo + senescente)	0	12.32	20.98	24.69	25.08	20.22 ^A
	200	11.61	21.72	22.13	25.00	19.94 ^A
	300	11.93	20.85	21.22	25.78	20.11 ^A
	400	11.83	20.89	21.97	26.19	20.77 ^A
Prom.		11.92 ^c	21.11 ^b	22.51 ^b	25.51 ^a	
PC (%)	0	14.75	8.52	7.80	6.42	9.37 ^B
	200	16.42	7.85	8.58	6.60	9.86 ^B
	300	18.22	8.89	9.10	7.03	10.81 ^A
	400	19.08	9.28	9.39	7.22	11.24 ^A
Prom. ²		17.12 ^a	8.64 ^b	8.72 ^b	6.82 ^c	

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

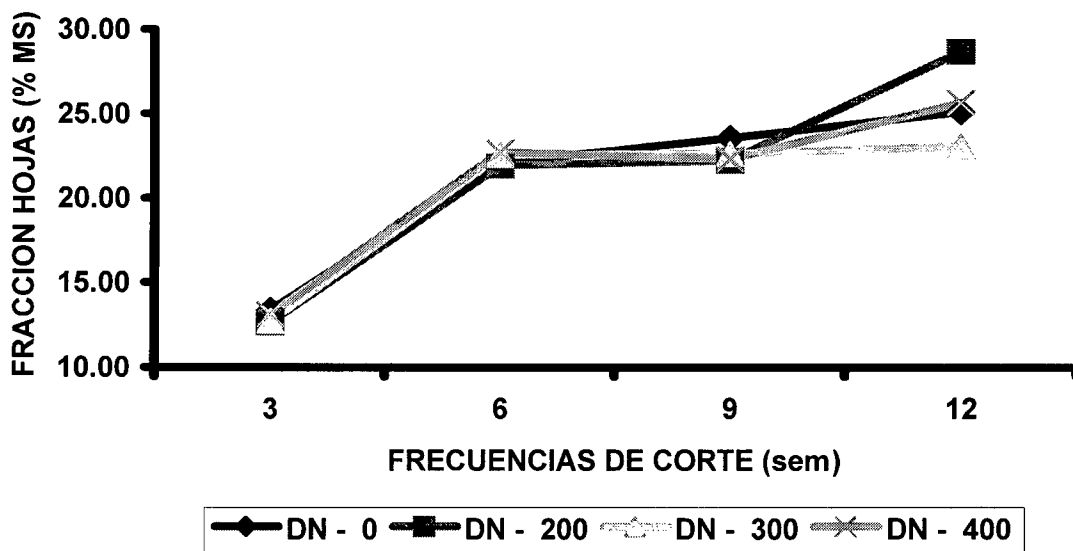


Gráfico 6. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencia de corte sobre el contenido de materia seca (%) en la fracción hoja del pasto elefante enano en época húmeda.

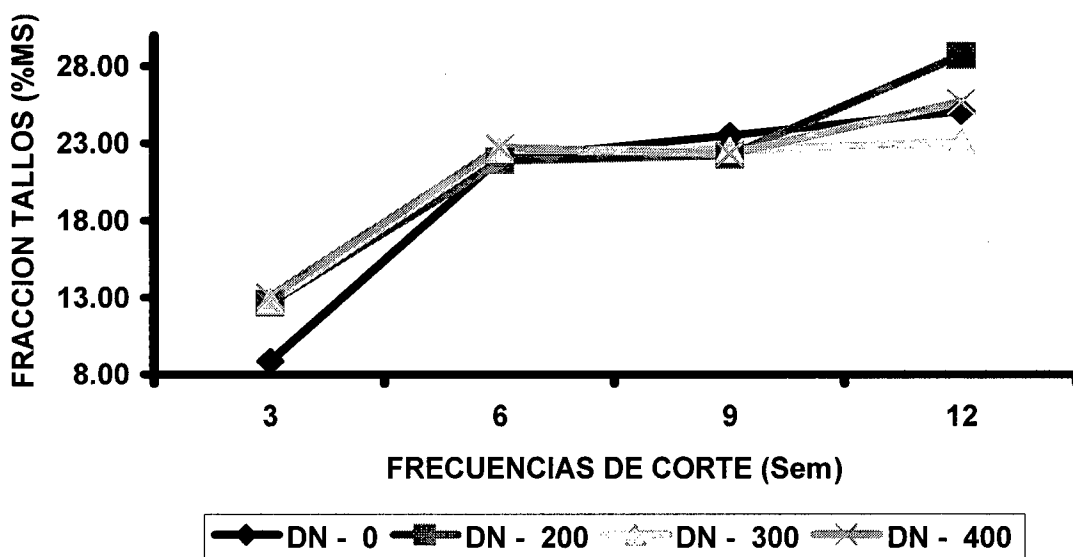


Gráfico 7. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencia de corte sobre el contenido de materia seca (%) en la fracción tallo del pasto elefante enano en época húmeda.

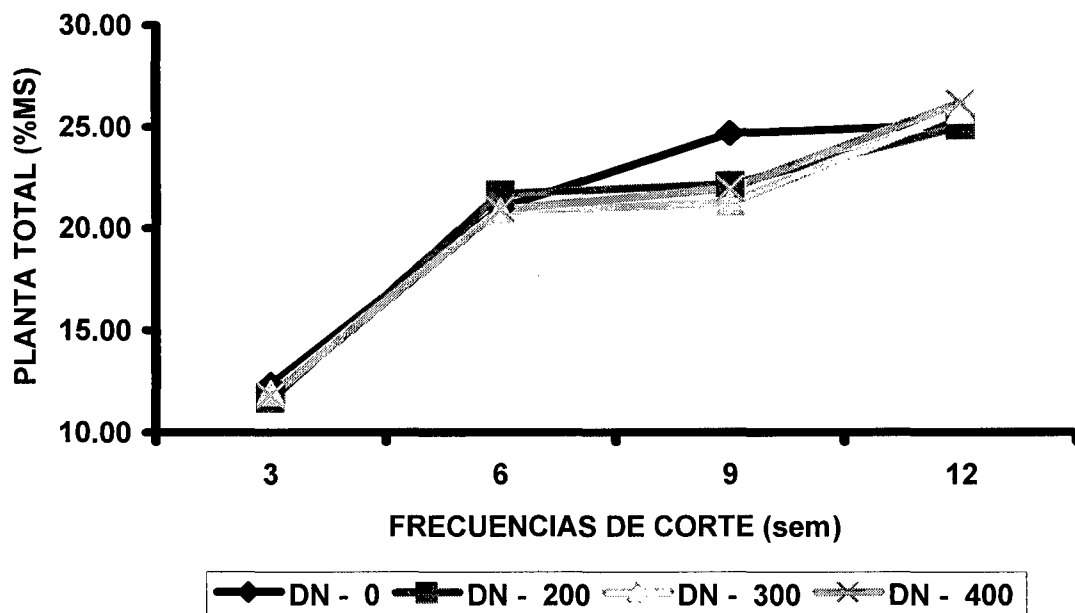


Gráfico 8. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencia de corte sobre el contenido de materia seca (%) en la planta total del pasto elefante enano en época húmeda.

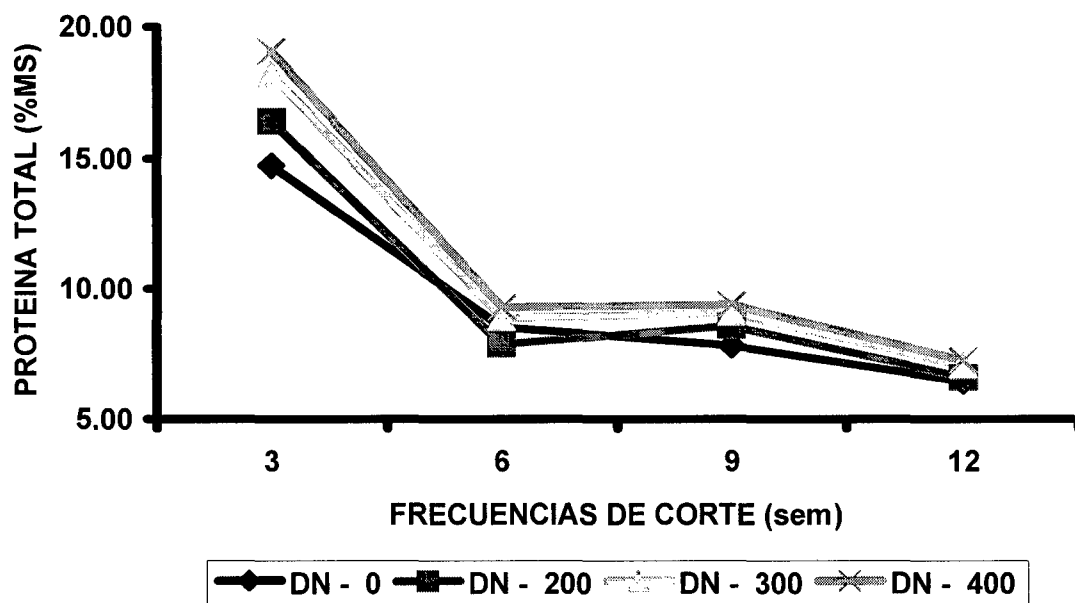


Gráfico 9. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencia de corte sobre el contenido de proteína cruda (% MS) en la planta total del pasto elefante enano en época húmeda.

4.3. Efecto de la dosis de fertilización nitrogenada y frecuencia de corte sobre la producción de forraje (k/ha/corte) y proteína cruda (k/ha/corte) expresados en base seca del pasto elefante enano *Pennisetum purpureum* cv. Mott

La producción de forraje (k/ha/corte) y proteína cruda (k/ha/corte) en base seca del pasto elefante enano *Pennisetum purpureum* cv. Mott, evaluados en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de corte durante la época de máxima precipitación, se puede observar en el Cuadro 5 y Gráficos 10, 11, 12, 13.

Los resultados de producción de forraje del pasto en estudio y sus fracciones (hoja y tallo), así como de la proteína cruda, expresados en base seca, podemos observar que existe diferencias significativas ($p < 0.05$) en las variables respuestas estudiadas. La máxima producción de forraje (hoja, tallo y planta total) y proteína cruda, expresados en base seca, fueron obtenidos cuando se aplicó el nivel más alto de nitrógeno (400 k/ha/año). En relación a la producción de proteína cruda (k/ha/corte), también observamos el mismo efecto creciente para la producción de este nutriente, con valores de 122.36, 113.89, 167.37 y 200.77 k/ha/corte, respectivamente.

Los resultados evidencian que existe una tendencia creciente a medida que se incrementan las frecuencias de corte, observándose que al primer corte (3^{era} semana), se obtuvo una producción de 589.7, 127.06 y 720.9 k/ha/corte, para la fracción hoja, tallo y planta total respectivamente; mientras que al 4^{to} corte (12^{ava} semana) se obtuvo producciones de 1340, 1319.5 y 2919.8 k/ha/corte, respectivamente.

Cuadro 5. Efecto de la dosis de nitrógeno (DN) y frecuencias de corte (FC) sobre la producción de forraje base seca (k/ha/corte) en la fracción hoja (FH), fracción tallo (FT), planta total (PT) y proteína cruda (PC) expresados en base seca del pasto elefante enano en la época húmeda.

Variables	DN k/ha	FC (semanas)				Prom. ¹
		3	6	9	12	
FH (k/ha/corte)	0	528.09	683.16	790.32	1107.2	777.2 ^B
	200	602.34	716.63	839.08	1446.2	901.9 ^{AB}
	300	659.46	724.42	1006.5	1885.6	894.0 ^{AB}
	400	565.60	999.18	1414.8	1622.4	1150.5 ^A
Prom.		589.7 ^c	780.8 ^{bc}	1012.7 ^b	1340.4 ^a	
FT (k/ha/corte)	0	116.90	337.94	660.86	1191.2	576.72 ^B
	200	129.59	345.37	618.37	934.79	507.03 ^B
	300	131.38	386.31	574.04	1116.85	552.14 ^B
	400	150.35	539.64	886.28	1435.03	898.07 ^A
Prom.		127.06 ^d	402.57 ^c	684.89 ^b	1319.5 ^a	
PT (hoja+tallo + senescente) (k/ha/corte)	0	644.99	1163.3	1646.8	2582.6	1509.4 ^B
	200	731.93	1253.5	1575.4	2770.5	1582.8 ^B
	300	790.84	1203.2	1724.3	2645.5	1591.0 ^B
	400	715.95	1684.2	2612.6	3680.5	2173.3 ^A
Prom. ²		720.9 ^d	1326.1 ^c	1889.8 ^b	2919.8 ^a	
PC (k/ha/corte)	0	95.07	96.54	127.69	167.01	121.58 ^B
	200	119.74	98.25	135.94	182.81	134.19 ^B
	300	138.40	107.89	156.85	186.92	146.68 ^B
	400	136.20	156.22	249.01	266.32	201.94 ^A
Prom. ²		122.36 ^b	113.89 ^b	167.37 ^a	200.77 ^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).

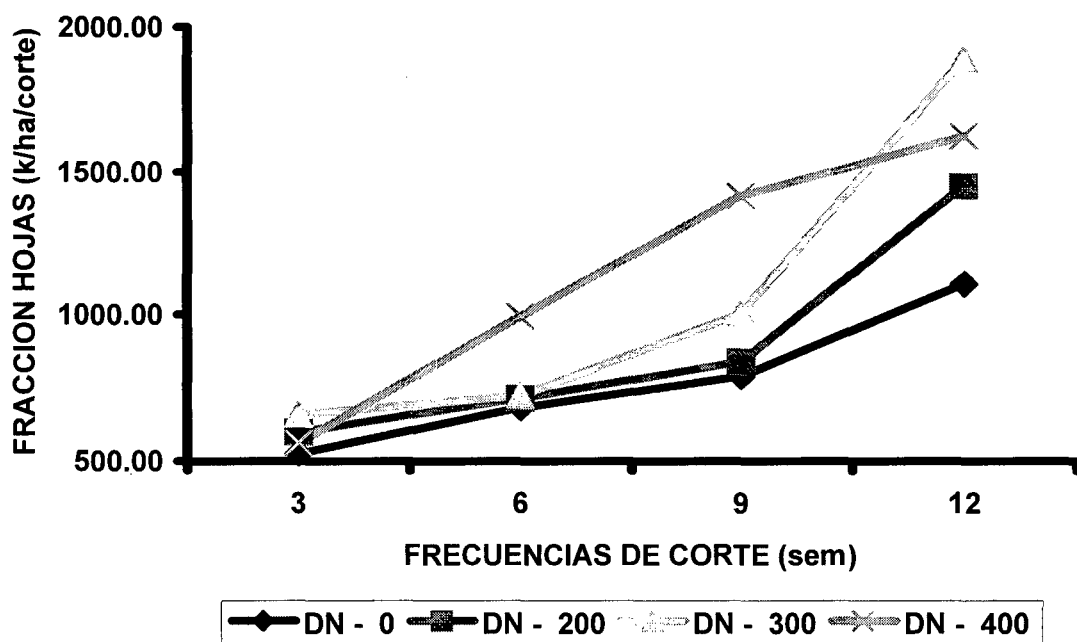


Gráfico 10. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencia de corte sobre la producción de hojas (k/ha/corte) del pasto elefante enano en época húmeda.

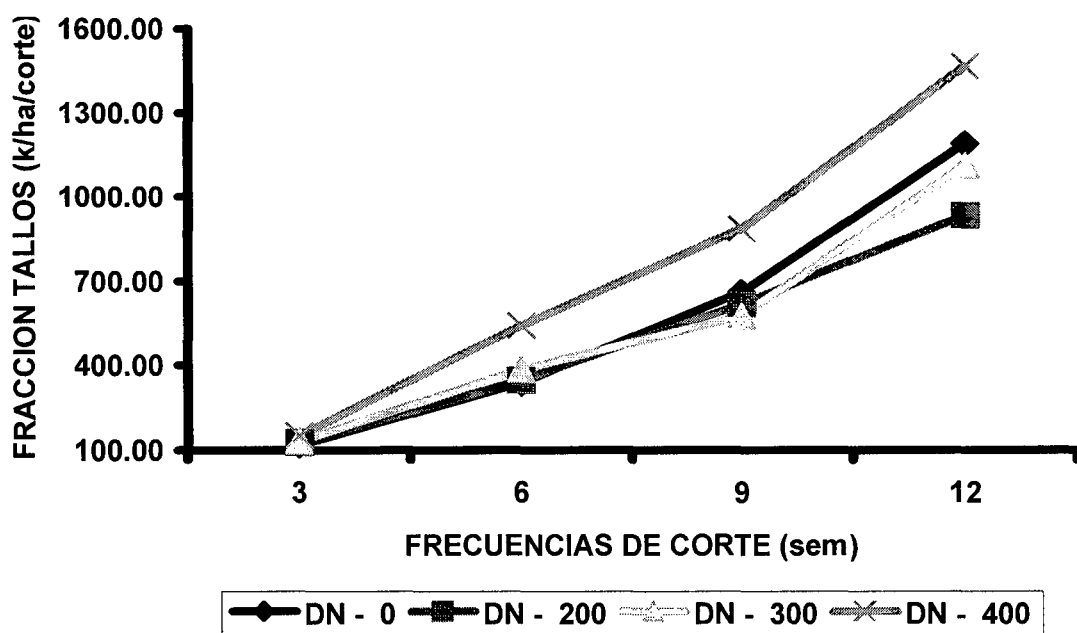


Gráfico 11. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencia de corte sobre la producción de tallos (k/ha/corte) del pasto elefante enano en época húmeda.

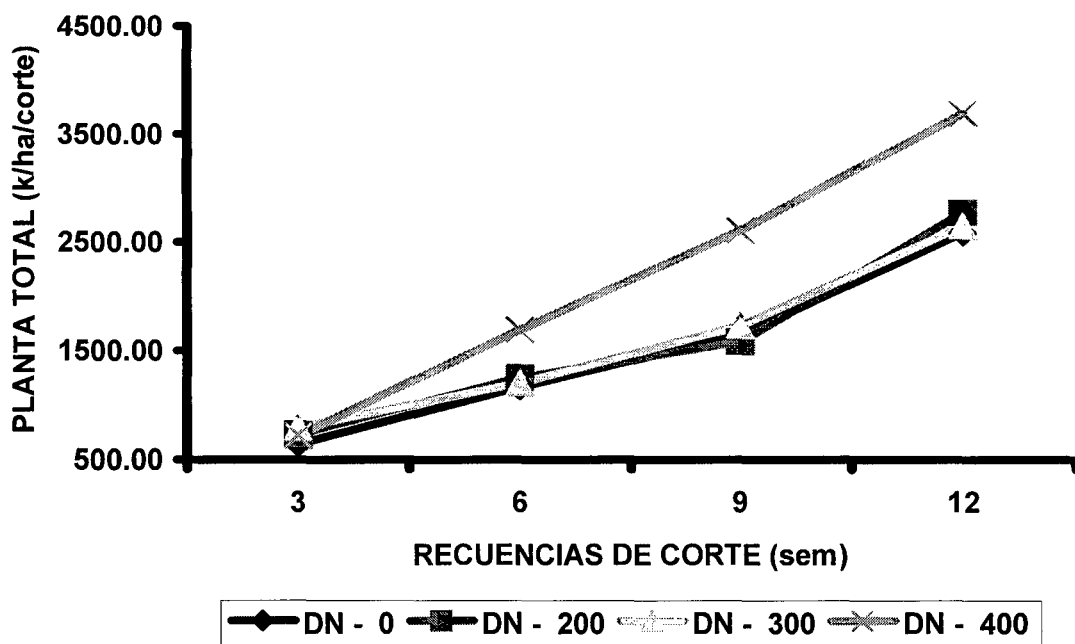


Gráfico 12. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencia de corte sobre la producción de forraje (k/ha/corte) del pasto elefante enano en época húmeda.

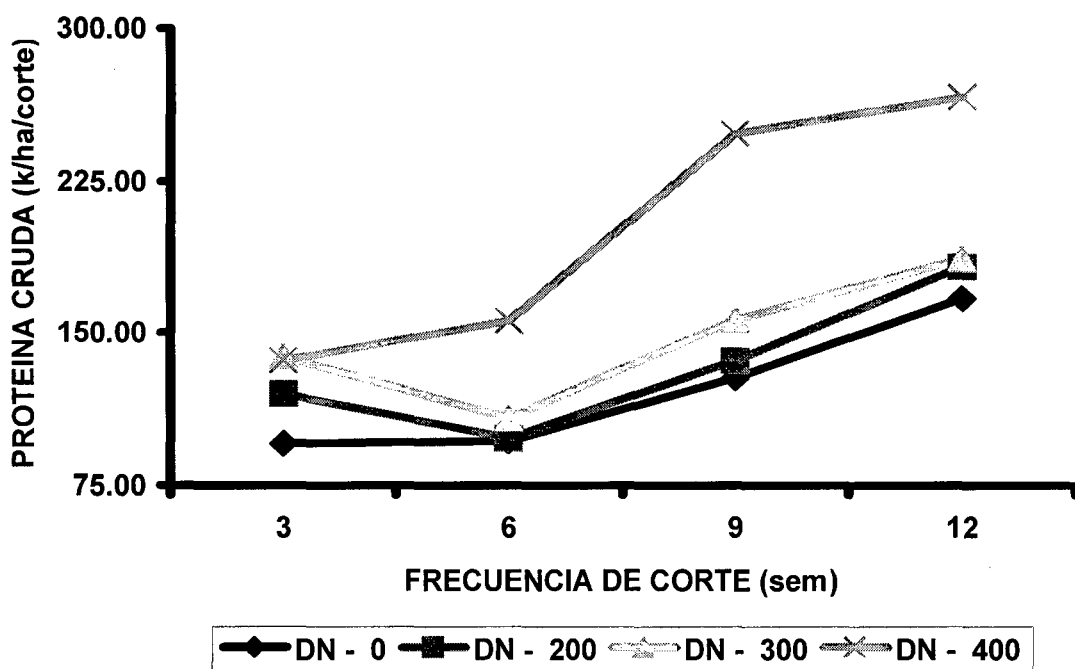


Gráfico 13. Efecto de la dosis de nitrógeno y frecuencia de corte sobre el contenido de proteína cruda (k/ha/corte) expresados en base seca del pasto elefante enano en época húmeda.

V. DISCUSION

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

Las dosis de nitrógeno (0, 200, 300 y 400 k/ha/año), aplicados en forma de urea no tuvieron efecto alguno en el incremento de la altura de planta, cobertura, recuento de planta y relación hoja tallo del pasto elefante enano como lo esperado, posiblemente uno de los factores preponderantes fue la alta precipitación (Gráfico 1), ocurrida con mayor incidencia durante el mes de febrero, la cual disminuyó la absorción del nitrógeno del suelo, como consecuencia de dos procesos fundamentales: el primero por la pérdida del nitrógeno por lavado y el segundo debido a la abundante agua (encharcamientos) del terreno por efecto de la intensa precipitación que ocasionaron el inicio del proceso de desnitrificación, es decir, la transformación del amonio y nitratos a nitrógeno elemental (N_2), gas que se pierde al volver a la atmósfera (TISDALE y NELSON, 1991).

Además, en terrenos inundados entre 3 – 5 días, seguidos el nitrógeno presenta una pérdida del 15 – 30%, y, con periodos más largos de inundaciones las pérdidas son mayores (PARKER, 2000). Este mismo autor señala también que cuando se aplica un fertilizante nitrogenado, las plantas nunca podrán absorber más del 50% del nitrógeno incorporado a los suelos,

por ser este un elemento muy móvil, y presentar procesos como la lixiviación y desnitrificación.

Por su parte TISDALE y NELSON (1991) y FASSBENDER (1991) afirman que en los suelos de climas tropicales y húmedos y en épocas de máxima precipitación, el nitrógeno presente en el suelo se pierde con mayor facilidad por factores como evaporización, drenajes, escorrentía, ocasionando que los nitratos se transporten hacia las capas inferiores del suelo, provocando que este elemento se encuentre fuera del alcance de las raíces, la cual explicaría también el tenue efecto de la fertilización nitrogenada sobre las variables respuestas en estudio.

Al analizar el efecto de la frecuencia de corte sobre las variables altura de planta, cobertura, recuento de planta y relación hoja: tallo, podemos señalar que: **la altura de planta** se atribuye más a la característica particular de la planta o carácter genético (BERNAL, 1991); encontrándose en el presente trabajo la mayor altura a la 12^{ava} semana, la cual es confirmada por AZCON y BIETO (1996) quienes aseguran que a mayor tiempo de crecimiento, mayor será la altura de una planta. Así mismo, los resultados obtenidos en el presente trabajo es inferior al comparar con lo reportado por SOTO (1993), quien encontró a la 7^{ma} semana alturas de planta de 90.87 y 86.80 cm con dosis de nitrógeno de 300 y 450 k/ha/año respectivamente. Del mismo modo, inferior a los obtenidos por CLAVERO y PULGAR (1995) quienes obtuvieron a 56 días y a 40 cm de altura de corte, una altura de planta total de 143.47 cm. Estos resultados inferiores posiblemente se deberían a que los pastos reaccionan a la influencia de determinados factores

ecológicos o ambientales (climáticos, edáficos y bióticos) que afectan el crecimiento y metabolismos de los mismos y determinan en gran parte la adaptación de una especie forrajera particular a un medio dado (AZCON y BIETO, 1996). Además, señalan que las plantas, consiguen completar su desarrollo, al menos su ciclo reproductivo, en desmedro de su crecimiento.

ELIAS y CASTELLVI (1991) AZCON y BIETO (1996), también encontraron resultados desfavorables en una planta, cuando existe un exceso de agua producido por anegamientos, ocasionando un estrés hídrico o condiciones anaeróbicas en las raíces; provocando una depresión en el crecimiento vegetativo en las partes aéreas. Por lo tanto, esto explicaría porque durante la época húmeda existe una reducción del crecimiento de las plantas.

Cobertura de planta. En relación a la cobertura de planta, la no significación estadística obtenida en las diferentes frecuencias de cortes están relacionadas directamente al mínimo aprovechamiento de la fertilización nitrogenada, como consecuencia de las altas precipitaciones acaecidas durante la etapa de evaluación; en donde el nitrógeno presente se perdió con mayor facilidad a través de procesos como lixiviación, desnitrificación (TISDALE y NELSON, 1991; FASSBENDER, 1991); evaporización y precipitación (QUINTEROS *et al.*, 1994). Sin embargo, FARIA (1985), asevera que la aplicación de fertilizantes nitrogenados tiene efectos pocos consistentes sobre el número de hojas por tallos, pero incrementan la tasa de expansión en las hojas provocando una mayor área de fotosíntesis

(QUINTEROS *et al.*, 1994), por lo tanto evidencian una menor cobertura (BERNAL, 1991).

En la época húmeda (enero – mayo), periodo de evaluación del presente trabajo, factores como la evaporización y precipitación influyeron en la disminución del área foliar de la planta (QUINTEROS *et al.*, 1994), debido a los anegamientos por tiempos prolongados, 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 las raíces (expansión y/o profundizándose) con la finalidad de tener mayor superficie de contacto que le permitiría absorber mayor el deficiente oxígeno (AZCON y BIETO, 1991).

Recuento de planta o número de macollos. Los resultados obtenidos nos muestran una tendencia a decrecer conforme avanza la edad de la planta, es así, que a partir de la 9^{na} semana el número de macollos/planta decrece notoriamente, coincidiendo con una marcada presencia de material senescente producto de muerte celular, necrosis, entre otros procesos (AZCON y BIETO, 1991).

Este fenómeno, senescencia, estaría potenciado por el encharcamiento, que se encargaría de acelerar el envejecimiento de la planta (ELIAS y CASTELLVI, 1996). En tal sentido el pasto elefante enano como un mecanismo de adaptación, realiza una acumulación de entidades nutritivas a zonas de reservas (entre nudos, floración) trayendo como consecuencia una reducción en la producción de rebrotes basales y aumento significativo del material senescente (CLAVERO Y FERRER, 1995).

Relación hoja: tallo. La aplicación de nitrógeno no tuvo efecto alguno sobre la relación hoja: tallo del pasto elefante enano en estudio. Sin embargo, la edad de corte si muestra una diferencia altamente significativa ($p < 0.05$), mostrando una marcada tendencia a decrecer esta relación (menos hojas, mas tallos). Este comportamiento concuerda con CLAVERO y FERRER (1995), quienes señalan que la relación hoja: tallo de una planta decrece con la edad de las mismas y estas disposiciones son atribuidas mas a características particulares de la planta o carácter genético (BERNAL, 1991). En este estudio, a la 3^{era} semana de edad de corte del pasto elefante enano presento una relación hoja: tallo de 4.1, resultado que fue muy superior a lo reportado por CLAVERO y FERRER (1995).

Los tallos en el pasto elefante enano comenzaron a diferenciarse a partir de la 4^{ta} semana de edad, incrementándose significativamente esta fracción a partir de la 9^{na} semana de edad de corte, pudiéndose observar un aumento en la elongación de los entre nudos, produciendo mayor tejido estructural, el cual es alto en fibra cruda (BERNAL, 1991). Así mismo, podemos observar que la relación hoja: tallo, todos fueron superior a uno, evidenciando las cualidades forrajeras de esta gramínea para la alimentación del ganado, estos comportamientos son similares a los reportados por RODRIGUEZ (1979) y DEAN y CLAVERO (1992).

5.2. Efecto de la dosis de fertilización nitrogenada y frecuencia de corte sobre el contenido de materia seca (%) y proteína cruda (%MS) del pasto elefante enano *Pennisetum purpureum* cv. Mott

El efecto de las dosis de nitrógeno sobre el contenido de materia seca (planta total y sus fracciones) fue mínimo; sin embargo, el contenido de proteína cruda fue altamente significativo ($P < 0.05$), posiblemente se debería a que la composición en general de las plantas varían en función con la edad (estado de madurez de la planta) y por las condiciones climatológicas, los cuales tienen gran efecto en el contenido y disponibilidad de los nutrientes incorporados vía fertilizantes (McDONALD y EDWARDS, 1995). Además indican que los cambios en el contenido de materia seca es más consecuencia de factores internos determinados por su constitución genética y parcialmente como respuestas a factores externos dentro de los cuales los climáticos son de mayor importancia.

El incremento del contenido de proteína se atribuye principalmente a las dosis crecientes de nitrógeno que permitieron una mayor disponibilidad de este elemento para la formación de sus compuestos proteicos, a pesar de la pérdida que por lixiviación se presentó en el presente estudio. Es así, al utilizar las dosis mínimas de nitrógeno (0-200 k/ha/año), los incrementos del contenido de proteína no fueron significativos ($P < 0.05$), mientras que las dosis máximas (300-400 k/ha/año) se logró un incremento de proteína con relación al testigo.

Las frecuencias de corte, el estadio fenológico hace variar drásticamente los distintos componentes de los forrajes y, normalmente

disminuyendo con la maduración como consecuencia del incremento de la proporción de vainas foliares y tallos, los cuales tienen un menor contenido de proteína total, debido a un descenso de esta entidad nutritiva en todas las partes de la planta (MINSON, 1990). Cuando los pastos pasan del estado vegetativo de floración al de producción de semillas, los contenidos de proteína y carbohidratos no estructurales disminuyen dramáticamente, aumentan rápidamente los contenidos de pared celular (lignina y fibra), (VAN SOEST, 1987; RODRIGUEZ y GARCIA, 1980; BERNAL, 1991).

El efecto combinado de los dos factores (dosis de nitrógeno y frecuencias de corte) nos indica que es necesario manejar al pasto elefante enano de tal forma que nos permita obtener producciones uniformes y con una alta calidad del forraje, tal como lo señala (BERNAL, 1991) Es así, que el momento adecuado para la utilización del pasto elefante enano sería a partir de la 6^{ta} semana hasta la 9^{ena} semana y con un nivel de nitrógeno de 300 k/ha; con la cual, desde el punto de vista de manejo de forraje, nos permita encontrar el punto óptimo de corte en el cual se obtenga un nivel de nitrógeno de calidad que estaría compensando la disminuida producción de materia seca, pero se obtendría una producción más uniforme y con una buena calidad (maximizando la producción de proteína).

Tal como lo señala BERNAL (1991), quién manifiesta que el contenido de proteína (%) decrece al aumentar la edad del pasto, en tal sentido, la frecuencia de corte generalmente tiene como consecuencia aumentar el porcentaje de proteína del forraje debido a la remoción del forraje maduro y su reemplazo por tejido más jóvenes. Sin embargo, la frecuencia

de corte de periodos pequeños generalmente disminuyen la cantidad de materia seca producida por la planta, por lo que resulta prudente la frecuencia de corte hasta niveles en que se logre no solamente una buena relación hoja: tallo, sino, también un aceptable valor nutritivo (BERNAL, 1991).

5.3. Efecto de la dosis de fertilización nitrogenada y frecuencia de corte sobre la producción de forraje (k/ha/corte) y proteína cruda (k/ha/corte) expresados en base seca del pasto elefante enano *Pennisetum purpureum* cv. Mott

Al evaluar el efecto de dosis de nitrógeno y frecuencias de corte sobre el pasto elefante enano, se observa un incremento en la producción de materia seca (k/ha/corte) de la planta total y sus fracciones así como el de la proteína total desde la 3^{era} semana de edad hasta la 12^{ava} semana que duró el trabajo. Este mismo comportamiento creciente se atribuye al efecto de las dosis de nitrógeno utilizado (0-400 k/ha/año).

Si embargo, en la evaluación de la producción de forrajes, lo ideal sería encontrar el momento de corte adecuado, donde el incremento en el porcentaje de nitrógeno, signifique la disminución en la producción de materia seca lo cual maximizaría la producción de proteína. Si la cosecha es temprano el contenido de nitrógeno será alto, pero el rendimiento de materia seca 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 otro lado, la utilización de una fuente nitrogenada es una medida tan eficaz que permite aumentar los rendimientos del cultivo. Sin embargo, el factor limitante de su utilización esta gobernado más por consideraciones económicas, por lo que, su utilización debería ser siempre esperando el máximo rendimiento y calidad de un forraje (rendimiento máximo de nitrógeno) por cada unidad monetaria invertida (TISDALE y NELSON, 1991).

Sin embargo, al avanzar la edad del pasto se presentan grandes aumentos en la producción de materia seca, que va acompañado por incrementos significativos en componentes de la pared celular (fibra y lignina) los cuales propician una marcada disminución de la digestibilidad y el consumo por parte del animal.

También se puede observar que con la edad, la proporción de tallos aumentan, los cuales son factores que generan una disminución marcada del contenido de proteína, carbohidratos no estructurales, minerales, así como también, de la producción de hojas. Es así, que el aumento en la producción conlleva a una mayor selección por parte del animal hacia el consumo de hojas, lo que pudiera traer como consecuencia que una alta proporción de materia seca producida (planta total) representada por la fracción tallo y potenciada por el material senescente no sean consumidas desperdiándose de esta forma gran parte del potencial productivo de la especie.

El pasto elefante enano en estudio, a pesar de las condiciones climáticas extremas (alta precipitación) que afecto principalmente la utilización

del nitrógeno, observadas en las diferentes variables respuestas (altura de planta, cobertura, recuento de planta y relación hoja: tallo) y comparando estos valores con trabajos similares nos permite señalar que la producción de este pasto fue óptima, y determinar el momento adecuado para su utilización debe iniciarse a partir de la 6^{ta} semana a la 9^{na} semana y con un nivel de nitrógeno de 300 k/ha/año, en el cual se obtiene una producción uniforme y una alta calidad del forraje (adecuado contenido de proteína cruda).

VI. CONCLUSIONES

- La fertilización con dosis crecientes de nitrógeno no incremento el rendimiento de la calidad nutritiva del pasto elefante enano *Pennisetum purpureum cv. Mott*, para las variables: altura de planta, cobertura, recuentos de planta y relación hoja: tallo; pero si mostraron efectos positivos debido a la edad de corte.
- El contenido de proteína cruda (%MS) varía por efecto de las dosis crecientes de nitrógeno y frecuencias de corte, obteniéndose los valores más altos (18.22 y 19.08) con 300 y 400 k de nitrógeno/ha/año a la 3^{era} semana de edad. Mientras que los valores más bajos (6.42 y 6.60) se obtienen a la 12^{ava} semana de edad y con dosis de nitrógeno de 0 y 200 k/ha/año.
- La producción de forraje y proteína total (k/ha/corte) expresados en base seca del pasto elefante enano varía significativamente por efecto de las dosis de nitrógeno y frecuencias de corte. la más alta producción de forraje y proteína cruda (2173.3 y 201.94 k/ha/corte) se obtiene con dosis de nitrógeno de 400 k/ha/año y a la 12^{ava} semana de edad.

- Desde el punto de vista de utilización en función a la producción de materia seca, calidad nutritiva y económico; el pasto elefante enano estudiado durante la época de máxima precipitación, debe ser aprovechado entre la 6^{ta} y 9^o semana de edad y con dosis de nitrógeno de 300 k/ha/año.
- El establecimiento del pasto elefante enano *Pennisetum purpureum* **cv. Mott**, se deben realizar en terrenos con buen drenaje.

VII. RECOMENDACION

- Realizar trabajos complementarios en establecimiento del pasto elefante enano *Pennisetum purpureum* cv. **Mott** , por ejemplo en época seca, altura de defoliación, densidad de siembra, utilización con animales, dosis de fertilizantes de acuerdo a los requerimientos del suelo y del pasto en estudio.

VIII. ABSTRACT

The present research work was carried out in the Manantial cattle ranch, located in Tingo Maria, district of Rupa Rupa, county of Leoncio Prado department of Huanuco, to 660 masl of altitude, and accumulated monthly rainfall of 2091.1 mm (january- may of 2001). Short napier grass *Pennisetum purpureum* cv. **Mott** was established at the beginning of the rainy season (october, 2001), arranged in 3 blocks, with 4 main plots (nitrogen fertilizer doses: 0, 200, 300, 400 k/ha/year), and 4 secondary plots (cut frequencies: 3, 6, 9, 12 weeks) through agronomic evaluations, nutritional content (dry matter and total protein) and the forage production (DM and total protein). To the statistic analysis was used an BCRD arranged with divided plots. It was not found significant differences ($p > 0.005$) to the effect of nitrogen fertilization over the study variables. However there are statistic significant differences ($p < 0.05$) because to the effect of the cut frequencies over these variables. Forage production and total protein varied because to the effect of nitrogen doses and cut frequencies. Therefore, short napier grass production is affected by the cut frequencies and an little bit by the nitrogen fertilization. In such sense , is recommend by means of dry matter production, total protein content and economic benefit use this forage between the 6th and 9th week of age and with 300 k/ha/ year of nitrogen dose.

IX. BIBLIOGRAFIA

- ALBA, J., SEMPLE, A. T. 1965. Investigaciones sobre forrajes en Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A. Publicación Miscelánea. N°33.
- AZCON, J., BIETO, M. 1996. Fisiología y Bioquímica vegetal. Madrid-España. Editorial Interamericana McGraw-Hill. 581p.
- BARTRA, G. N. 1983. Respuesta del pasto Braquiaria (*Brachiaria decumbes*) a la fertilización nitrogenada a diferentes niveles de cortes. Tesis ing. Zootecnista. Tingo Maria, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 52p.
- BERNAL, E. J. 1986. Manual de pastos y forrajes. 5 edición. Colombia. Editorial Fadegan S.A. p 160-161.
- BERNAL, E. J. 1991. Pastos y Forrajes. Producción y manejo. 2º edición. Colombia. Editorial Fadega S.A.
- CARABALLO, L., CLAVERO, T., GONZALES, R. 1997. Respuesta del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv Mott) al pastoreo. Valor nutritivo. Venezuela. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 15:53-57.
- CARMONA, R. A. 1995. Efectos productivos del pasto King Grass (*Saccharum sinense*) con diferentes dosis de fertilización nitrogenada, a diferentes edades de corte en época seca en Tingo María.

- CARMONA, E. A., RODRÍGUEZ, H. L. 1979. Comparación de nueve cultivares y un híbrido del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv Mott) en el Sur del lago Maracaibo. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 5(3): 514-521.
- CENYTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1998. Manual para la evaluación agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos tropicales. Editado por J. 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 (*Pennisetum purpureum* cv Mott). Rev. Fac. Agron. (LUZ). 12:365-372.
- DEAN, D. G., CLAVERO, T. C., VENTURA, M.S. 1992. Evaluación cualitativa de cuatro henos de pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv Mott). Rev. Fac. Agron. (LUZ). 21 (6): 483-494.
- DEAN, D. G., CLAVERO, T. C. 1992. Características de crecimiento del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv Mott). Rev. Fac. Agron. (LUZ). 9: 115-124.
- CLAVERO, T. C., PULGAR, C. 1995. Dinámica de crecimiento del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv Mott) bajo desfoliación. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 12: 501-509.

- ELIAS, F. C., CASTELLVI, F. S. 1996. Agrometeorología. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Barcelona-España. Editorial Aedos S.A. p143-325.
- FARIA, J. 1985. Crecimiento estacional de *Andropogon gayanus Kunth* en la zona de Colina del estado Guarico. Fac. Agron. Tesis Msc. Universidad Central de Venezuela. 133p.
- FASSBENDER, H. W. 1986. Química de los suelos con énfasis en suelos de América Latina. San José, Costa Rica. Ed. IICA. 398p.
- FIRMAN, E. B. 1963. Suelos y fertilizantes. Segunda edición. Barcelona-España. Editorial Omega S.A. 281p.
- GUERRERO, G. 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 decumbes*). Pastos y forrajes. 1:101.
- LEON, J., PEON, A. 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 Florez, a. Resumen.
- McDONALD, P., EDWARDS, R. A. 1995. Nutrición animal. España. Ed. Acribia. 374p.

- MEJIA, B. 1986. Gran geografía del Perú. Barcelona-España. Editorial Grafos S.A. 323p.
- MINSON, D. 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. Pp. 187-194.
- MOTT, G., RODRIGUEZ, L., VIEGAS, J. y OCUMPAUGH, W. 1986. Tillering and morphological characteristics of dwarf elephantgrass under grazing. *Pesq. Agrop. Bras.* 21:1209-1218.
- OFFICIAL METHODS DE ANALYSIS OF THE ASSOCIATION OF OFFICIAL 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, D. G. 1987. Ecosiología de producción agrícola. Print edin. Brasil. Editorial Potafos. 250p.
- POTASH Y PHOSPHATE INSTITUTE. PPI. 1986. Manual de fertilidad de suelos. USA. 7p.
- QUINTERO, B. C., CLAVERO, T., CASTRO, C. 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.

- RODRIGUEZ, V., GARCIA, R. 1980. Valor nutritivo do capin 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. 97p.
- STEEL, R. G. D. AND J. H. TORRIE. 1960. Principles and prodicures 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. 35p. Es., 25 ref. II.
- TISDALE, S. L., NELSON, W. L. 1991. Fertilidad de suelos y fertilizantes. UTEHA. México. 760p.
- VALENTIM, J. F. O., RUELKE AND G. PRINE. 1988. Evaluacion of forage yield, quality and botanical composition of a dward elephangrass-rizoma peanut association as affected by nitrogen fertilization. Soil crop sci. Soc. Fla. Proc. 47: 237.
- VAN SOEST, P. 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.
- VICKERY, M. L. 1991. Ecología de plantas tropicales. Ed. Noriega. Limusa 2.

YOUNGNER, V. B. 1992. Physiology of defoliation and regrowth. En:
Youngner, grises: New Cork Academia. p 292-203.

X. ANEXO

Anexo 1. Precipitación acumulada (mm) semanal: octubre 2001 a junio 2002 en Tingo María

Año	2001			2002	
	1 semana	2 semana	3 semana	4 semana	5 semana
Octubre	27.70	46.80	66.60	20.60	116.40
Noviembre	128.40	142.90	62.50	56.20	
Diciembre	64.00	39.80	74.10	96.50	
Enero	75.20	21.40	105.10	48.6	119.00
Febrero	250.30	49.10	123.50	129.10	
Marzo	58.00	216.20	60.10	48.10	
Abril	96.00	55.90	86.30	35.20	
Mayo	90.10	11.20	173.60	105.50	132.70
Junio	73.00	8.70	0.00	1.60	

Fuente: Gabinete de meteorología y Climatología: "José Abelardo Quiñónez", de la facultad de Recursos Naturales Renovables de la UNAS. 2001-2002.

Anexo 2. Precipitación acumulada (mm) mensual: octubre 2001 a junio 2002 en Tingo María

Año	2001 - 2002
Meses	Acumulado
Octubre	277.5
Noviembre	390.0
Diciembre	274.4
Enero	369.3
Febrero	552.0
Marzo	382.4
Abril	273.4
Mayo	513.1
Junio	83.3

Fuente: Gabinete de meteorología y Climatología: "José Abelardo Quiñónez", de la facultad de Recursos Naturales Renovables de la UNAS. 2001-2002.

Anexo 3. Temperatura media semanal (°C): octubre 2001 a junio 2002 en Tingo María

Año	2001			2002	
	1 semana	2 semana	3 semana	4 semana	5 semana
Octubre	26.0	25.5	26.5	25.8	24.3
Noviembre	25.0	24.7	26.0	24.4	
Diciembre	25.3	25.6	26.4	25.4	
Enero	24.6	25.2	24.6	25.4	25.6
Febrero	23.9	23.8	24.8	25.1	
Marzo	24.8	24.8	24.8	25.4	
Abril	25.4	26.1	25.5	25.0	
Mayo	24.6	25.7	25.4	25.1	25.3
Junio	24.0	2.2	24.1	24.5	

Fuente: Gabinete de meteorología y Climatología: "José Abelardo Quiñónez", de la facultad de Recursos Naturales Renovables de la UNAS. 2001-2002.

Anexo 4. Características del suelos en el área experimental obtenidos a 10 y 20 cm de profundidad, al inicio del establecimiento en Tingo María

ANÁLISIS MECANICO			
Zona de muestreo	unidad	10 cm	20 cm
Arena	%	21.7	27.7
Limo	%	65.12	59.1
Arcilla	%	13.18	13.18
Textura	-	Franco Limoso	Franco Limoso

ANÁLISIS QUIMICO			
		10 cm	20 cm
PH		7.2	7.3
CaCo ₃	%	0.4	0.2
M.O.	%	3.7	2.5
N	%	0.16	0.11
P	ppm	11.8	10.6
K ₂ O	K/ha	366	258
CIC	Me/100g	16.5	15.6
Ca	Me/100g	12.3	11.8
Mg	Me/100g	2.2	2.1
K	Me/100g	1.8	1.6
Na	Me/100g	0.2	0.1

Fuente: Gabinete de meteorología y Climatología: "José Abelardo Quiñónez", de la facultad de Recursos Naturales Renovables de la UNAS. 2001-2002.

Anexo 5. Características del suelos en el área experimental obtenidos a 10 y 20 cm de profundidad, al final del trabajo experimental en Tingo María

ANÁLISIS MECANICO			
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 QUIMICO			
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: Gabinete de meteorología y Climatología: "José Abelardo Quiñónez", de la facultad de Recursos Naturales Renovables de la UNAS. 2001-2002.0.05

Anexo 6. 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 húmeda

F.V.	G.L.	S.M	C.M.	F.	Pr>0.05
B	2	78.792	39.396	1.63	0.2173
DN	3	61.396	20.465	0.47	0.7117
Error (α)	6	259.04	43.174		
Total parcela	11	399.22			
FC	3	52807.73	17602.58	727.34	0.0001
Error (β)	6	179.21	29.87		
DN*FC	9	293.69	32.632		
EM (β)	24	401.63	22.313		
Total subparcela	47	53682.25			
		R² = 0.989	C.V. = 6.329	SEM= 4.919	

DUNCAN	MEDIA	N	FC
A	120.917	12	4
B	92.417	12	3
C	66.750	12	2
D	30.833	12	1

Alpha= 0.05

Anexo 7. 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 húmeda

F.V.	G.L.	S.M	C.M.	F.	Pr>0.05
B	2	783.042	391.521	0.92	0.4482
DN	3	2131.229	710.409	1.67	0.2713
Error (α)	6	2552.958	425.49		
Total parcela	11	5467.229			
FC	3	275.563	91.854	0.60	0.6408
Error (β)	6	925.625	154.271		
DN*FC	9	1530.021	170.002		
EM (β)	24	2361.042	131.168		
Total subparcela	47	5092.251			
		$R^2 = 0.68$	$C.V. = 26.96$	$SEM = 11.702$	

Anexo 8. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias del recuento de planta del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de cortes en época húmeda

F.V.	G.L.	S.M	C.M.	F.	Pr>0.05
B	2	138.072	69.021	1.17	0.3729
DN	3	776.563	258.854	4.38	0.0589
Error (α)	6	354.625	59.104		
Total parcela	11	1269.260			
FC	3	1449.896	91.854	4.75	0.0502
Error (β)	6	610.792	101.79		
DN*FC	9	665.188	170.002	1.33	0.2912
Error (θ)	24	1003.88	55.77		
Total subparcela	47	3729.756			
		$R^2 = 0.667$	$C.V. = 23.20$	$SEM = 8.202$	

DUNCAN	MEDIA	N	DN
A	40.833	12	4
A	37.417	12	2
B	32.583	12	3
B	30.583	12	1

Alpha= 0.05

DUNCAN	MEDIA	N	FC
A	41.750	12	2
AB	38.500	12	1
B	34.083	12	3
C	27.083	12	4

Alpha= 0.05

Anexo 9. 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 húmeda

F.V.	G.L.	S.M	C.M.	F.	Pr>0.05
B	2	1.078	0.539	0.59	0.5827
DN	3	0.934	0.311	0.34	0.7966
Error (α)	6	8.260	0.911		
Total parcela	11	10.272			
FC	3	63.057	21.019	25.18	0.0008
Error (β)	6	5.010	0.083		
DN*FC	9	3.679	0.4087	2.27	0.0668
Error (θ)	24	3.248	0.18		
Total subparcela	47	74.984			

$R^2 = 0.899$

C.V. = 26.79

SEM= 0.587

DUNCAN	MEDIA	N	DN
A	0.833	12	4
A	37.417	12	2
B	32.583	12	3
B	30.583	12	1

Alpha= 0.05

DUNCAN	MEDIA	N	FC
A	4.1025	12	1
B	1.9617	12	2
B	1.5942	12	3
C	1.0992	12	4

Alpha= 0.05

Anexo 10. 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 húmeda

F.V.	G.L.	S.M	C.M.	F.	Pr>0.05
B	2	19.391	9.695	1.19	0.3958
DN	3	8.349	2.783	0.34	0.7958
Error (α)	6	48.692	8.12		
Total parcela	11	76.432			
FC	3	1088.663	362.89	26.66	0.001
Error (β)	6	92.015	15.336		
DN*FC	9	46.126	5.126	0.89	0.5502
Error (θ)	24	103.304	5.739		
Total subparcela	47	1330.108			
		R² = 0.861	C.V. = 13.65	SEM= 2.852	

DUNCAN	MEDIA	N	FC
A	25.65	12	4
B	22.669	12	3
B	22.317	12	2
C	12.958	12	1

Alpha= 0.05

Anexo 11. 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 húmeda

F.V.	G.L.	S.M	C.M.	F.	Pr>0.05
B	2	20.117	10.059	0.49	0.6340
DN	3	15.735	5.245	0.26	0.8542
Error (α)	6	122.621	20.437		
Total parcela	11	158.473			
FC	3	1741.015	580.34	66.53	0.001
Error (β)	6	52.418	8.736		
DN*FC	9	156.69	17.41	1.65	0.1753
Error (θ)	24	190.142	10.56		
Total subparcela	47	2140.265			

$R^2 = 0.894$

C.V. = 17.663

SEM= 3.197

DUNCAN	MEDIA	N	FC
A	25.438	12	4
B	20.276	12	3
B	17.458	12	2
C	8.820	12	1

Alpha= 0.05

Anexo 12. 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 húmeda

F.V.	G.L.	S.M	C.M.	F.	Pr>0.05
B	2	16.682	8.341	5.34	0.0466
DN	3	4.576	1.525	0.98	0.4640
Error (α)	6	9.280	1.56		
Total parcela	11	30.548			
FC	3	1234.201	411.4	51.45	0.001
Error (β)	6	47.974	7.996		
DN*FC	9	21.212	2.357	2.060	0.091
Error (θ)	24	20.569	1.143		
Total subparcela	47	1323.956			
		R² = 0.949	C.V. = 8.34	SEM= 1.689	

DUNCAN	MEDIA	N	FC
A	25.51	12	4
B	22.51	12	3
B	21.11	12	2
C	11.92	12	1

Alpha= 0.05

Anexo 13. 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 húmeda

F.V.	G.L.	S.M	C.M.	F.	Pr>0.05
B	2	4.37	2.18	6.93	0.0276
DN	3	26.35	8.789	27.92	0.0006
Error (α)	6	1.89	0.315		
Total parcela	11	32.61			
FC	3	766.91	255.638	242.32	0.0001
Error (β)	6	6.33	1.055		
DN*FC	9	15.95	1.772	5.67	0.0009
Error (θ)	24	5.03	0.313		
Total subparcela	47	794.22			

$R^2 = 0.985$ C.V. = 6.84 SEM= 0.706

DUNCAN	MEDIA	N	DN
A	11.24	12	4
A	10.81	12	3
B	9.862	12	2
B	9.373	12	1

Alpha= 0.05

DUNCAN	MEDIA	N	FC
A	17.12	12	1
B	8.72	12	3
B	8.64	12	2
C	6.82	12	4

Alpha= 0.05

Anexo 14. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de la producción (k/ha/corte) 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 húmeda

F.V.	G.L.	S.M	C.M.	F.	Pr>0.05
B	2	95036.54	47518.27	0.33	0.7326
DN	3	888589.50	296196.50	2.04	0.2093
Error (α)	6	869522.30	144920.38		
Total parcela	11	1853148.34			
FC	3	3759267.2	1253089.1	19.22	0.00018
Error (β)	6	391109.3	65184.8		
DN*FC	9	564573.0	62730.3	0.51	0.8469
Error (θ)	24	2204037.7	122446.5		
Total subparcela	47	6918986.9			

$R^2 = 0.70$ C.V. = 35.32 SEM= 28.832

DUNCAN	MEDIA	N	DN
A	1150.5	12	4
AB	901.9	12	2
AB	894.0	12	3
B	777.2	12	1

Alpha= 0.05

DUNCAN	MEDIA	N	FC
A	1340.4	12	4
B	1012.7	12	3
BC	780.8	12	2
C	589.7	12	1

Alpha= 0.05

Anexo 15. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de la producción (k/ha/corte) 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 húmeda

F.V.	G.L.	S.M	C.M.	F.	Pr>0.05
B	2	49957.35	24978.6	0.57	0.5912
DN	3	1150038.58	383346.2	8.82	0.0128
Error (α)	6	260857.74	43476.3		
Total parcela	11	1460853.67			
FC	3	9395890.6	3131963.5	309.1	0.0001
Error (β)	6	60797.2	10132.9		
DN*FC	9	1256801.4	139644.6	2.09	0.0869
Error (θ)	24	1200080.8	66671.2		
Total subparcela	47	11913570.0			
		R² = 0.91	C.V. = 35.18	SEM= 229.208	

DUNCAN	MEDIA	N	DN
A	898.07	2	4
A	576.72	12	1
B	552.14	12	3
B	507.03	12	2

Alpha= 0.05

DUNCAN	MEDIA	N	FC
A	1319.45	12	4
B	684.89	12	3
C	402.57	12	2
D	127.06	12	1

Alpha= 0.05

Anexo 16. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de la producción (k/ha/corte) 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 húmeda

F.V.	G.L.	S.M	C.M.	F.	Pr>0.05
B	2	302918.9	151459.4	0.43	0.6684
DN	3	3422312.8	1140770.9	3.25	0.1022
Error (α)	6	2107316.5	180973.7		
Total parcela	11	5832548.2			
FC	3	31457384.5	10485794.8	62.49	0.0001
Error (β)	6	1006753.2	167792.2		
DN*FC	9	1628762.9	180973.7	0.45	0.8887
Error (θ)	24	7228683.1	401593.5		
Total SP	47	41321583.7			
		R² = 0.825	C.V. = 34.17	SEM= 585.784	

DUNCAN	MEDIA	N	DN
A	2173.3	12	4
B	1591.0	12	3
B	1582.8	12	2
B	1509.4	12	1

Alpha= 0.05

DUNCAN	MEDIA	N	FC
A	2919.8	12	4
B	1889.8	12	3
C	1325.1	12	2
D	720.9	12	4

Alpha= 0.05

Anexo 17. 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 *Pennisetum purpureum* cv. Mott en función a dosis de fertilización nitrogenada y frecuencias de cortes en época húmeda

F.V.	G.L.	S.M	C.M.	F.	Pr>0.05
B	2	3151.4	1575.7	0.61	0.5728
DN	3	45139.9	15046.6	5.85	0.0326
Error (α)	6	15442.2	2573.7		
Total parcela	11	63733.5			
FC	3	59308.6	19769.5	12.79	0.0051
Error (β)	6	9277.7	1546.3		
DN*FC	9	11601.1	1289.0	0.47	0.8792
Error (θ)	24	49876.4	2770.9		
Total subparcela	47	130063.8			
		R² = 0.69	C.V. = 32.857	SEM= 49.646	

DUNCAN	MEDIA	N	DN
A	201.94	12	4
B	146.68	12	3
B	134.19	12	2
B	121.58	12	1

Alpha= 0.05

DUNCAN	MEDIA	N	FC
A	200.77	12	4
A	167.37	12	3
B	122.36	12	1
B	113.89	12	2

Alpha= 0.05