AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO E APROVEITAMENTO DE FERTILIZANTE
NITROGENADO PELO CAPIM COLÔMIAO VAR. TOBIATÃ
EM DIFERENTES ÉPOCAS

EDMILSON JOSÉ AMBROSANO
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. MOACYR CORSI

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Mestre em Agronomia - Área de
Concentração: Energia Nuclear na
Agricultura.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro - 1989

A minha esposa Glaucia e ao nosso filho Rafael,

Aos meus pais Lino e Eny,

Aos seus avós Francisco e Lourdes

Aos meus sogros Virgínio e Neide

DEDICO

À Evelise, Ericson, Rosana, Thiago,

Neivi, Ana e Luis

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

- Ao Dr. Moacyr Corsi, pela orientação na realização do trabalho, pelos estímulos, conhecimentos e amizade.
- Ao Dr. Paulo C.O. Trivelin, pela orientação na técnica do uso do isótopo estável, pela sua dedicação e predisposição, sua amizade e conhecimentos transmitidos.
- Ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), pelas facilidades oferecidas na execução do presente trabalho.
- A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), pela bolsa de estudo concedida.
- A MS. Dorinha M.S.S. Vitti e Adibe L. Abdalla, pelo estímulo e amizade.
- Ao MS. José C. Matioi pelo apoio estatístico.
- Ao MS. Eduardo A. Bulisani pelas valiosas sugestões.
- Ao Dr. Ricardo B. Sgrillo, Dr. Paulo L. Libardi, Dr. Takashi Muraoka, Dra. Tsai Saito, Dr. Reinaldo L. Vitória pelo estímulo e colaboração.
- A minha esposa, MS. Gláucia M.B. Ambrosano, pelo auxílio durante toda a realização do trabalho, em especial na interpretação da análise estatística.

Aos funcionários do CENA, em especial, Lécio, Cleto, Alidor, Geraldo, Toninha, Isabel, Pingin, Roberta e Regina.

Aos colegas e professores do curso, pela amizade, colaboração e estímulos recebidos.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	vii
SUMMARY	ix
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1. Condução	12
3.2. Solo	14
3.3. Preparo da solução de fertilizante nitrogena- do	15
3.3.1. Solução de sulfato de amônio marcado com ^{15}N	15
3.3.2. Solução de sulfato de amônio natural ..	17
3.4. Esquema de adubações e cortes	17
3.5. Análise do material vegetal	18
3.5.1. Número de perfilhos e meristema apical eliminado	18
3.5.2. Matéria seca (MS)	19
3.5.3. Nitrogênio acumulado (NA)	19
3.5.4. Relação isotópica ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$)	20
3.5.5. Cálculo da percentagem de nitrogênio na planta proveniente do fertilizan- te (NPPF)	21
3.5.6. Cálculo da quantidade de nitrogênio na planta proveniente do fertilizan- te (QNPPF)	22
3.5.7. Cálculo da recuperação pela planta do nitrogênio do fertilizante nitrogena- do (R)	22

	Página
3.6. Temperatura	23
3.7. Água	23
3.8. Relações entre matéria seca e nitrogênio	24
3.9. Delineamento experimental	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1. Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e consumo de água (litros) ...	25
4.2. Rendimento de matéria seca (g/vaso)	34
4.3. Nitrogênio na planta	43
4.3.1. Teor médio de nitrogênio (%)	43
4.3.2. Nitrogênio acumulado (mg/vaso)	50
4.3.3. Percentagem do nitrogênio na planta prove- niente do fertilizante-NPPF (%)	57
4.3.4. Quantidade de nitrogênio na planta proveniente do fertilizante - QNPPF (mg/vaso)	65
4.3.5. Recuperação do fertilizante nitrogena- do-R (%)	73
4.3.6. Relação entre matéria seca e nitrogê- nio acumulado	81
4.3.7. Relação entre matéria seca acumulada até a época de aplicação de fertilizante- ^{15}N em função do nitrogênio aplicado	83
4.4. Resultados fenológicos	90
4.4.1. Número de perfilhos por vaso	90
4.4.2. Número de meristema apical eliminado por vaso	93
5. CONCLUSÕES	99
6. LITERATURA CITADA	101

AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO E APROVEITAMENTO DE FERTILIZANTE
NITROGENADO PELO CAPIM COLONIÃO VAR. TOBIATÃ
EM DIFERENTES ÉPOCAS

Autor: EDMILSON JOSÉ AMBROSANO

Orientador: Prof. Dr. MOACYR CORSI

RESUMO

Estudou-se o aproveitamento do nitrogênio do sulfato de amônio pelo capim colonião (*Panicum maximum* Jacq.), variedade Tobiata, determinada através da adição de fertilizante- ^{15}N , em fevereiro, março, maio, junho, agosto e setembro. O trabalho foi conduzido em casa de vegetação em vasos com 5 kg de terra (Terra Roxa Estruturada).

Analisou-se: matéria seca, quantidade de água consumida, nitrogênio acumulado, e relações entre matéria seca produzida ou acumulada em função, respectivamente, do nitrogênio acumulado na planta ou nitrogênio total aplicado. Foram feitas também, contagens do número de perfilhos vegetativos e reprodutivos, e meristema apical eliminado, determinados em três cortes, efetuados 5 a 7 semanas após cada adição de fertilizante- ^{15}N .

Nas condições de realização deste trabalho, pode-se chegar as seguintes conclusões:

1. A maior recuperação (%), total para os três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N , foi observada em fevereiro, junho, agosto e setembro, sendo respectivamente, 59,71; 53,81; 59,74 e 62,69%.

2. O efeito residual do nitrogênio, observado no segundo e terceiro corte após adubação com fertilizante- ^{15}N , foi maior em junho, agosto e setembro, sendo respectivamente, 21,10; 18,11 e 22,47%.

3. O crescimento da planta foi reduzido no período de pós-florescimento, sendo o rendimento de matéria seca um bom parâmetro para tal estimativa.

4. O teor de nitrogênio acumulado, relação entre matéria seca em função do nitrogênio acumulado após adubação com fertilizante- ^{15}N e relação entre matéria seca acumulada em função do nitrogênio total aplicado, não fornecem evidências seguras para estimativa da recuperação do fertilizante nitrogenado aplicado.

5. Na prática, em função das condições em que realizou-se este estudo, as adubações nitrogenadas são melhor aproveitadas quando feitas em fevereiro, junho, agosto e setembro.

6. A adubação nitrogenada feita após cada corte aumenta o nitrogênio acumulado e conseqüentemente o teor de proteína bruta.

GROWTH EVALUATIONS AND NITROGENOUS FERTILIZER
UPTAKE BY GUINEA GRASS CV. TOBIATÃ
IN SEVERAL GROWTH FLUSHES

Author: EDMILSON JOSÉ AMBROSANO
Adviser: Prof. Dr. MOACYR CORSI

SUMMARY

The nitrogen recovery was studied through ^{15}N absorption by guineagrass (*Panicum maximum* Jacq.) cv. Tobiata. ^{15}N was applied in february, march, may, june, august and september, in pots containing 5 kg of limed and fertilized soil, under greenhouse conditions. Nitrogenous source ammonium sulphate showed a 5.022% excess of ^{15}N . For each ^{15}N application three cutings were performed at approximately 5-7 week interval. The following measurements were taken: dry matter production, consumed water, nitrogen content and relations between dry matter accumulation as function of nitrogen content as well as applied nitrogen. It was also determined the number of vegetative and reproductive tillers and apical meristem elimination.

Under the above experimental conditions it was withdrawn the following conclusions:

1. Highest values of nitrogen recovery in the three cuttings was observed for applied ^{15}N in february, june, august and september which was of 59.71; 53.81; 59.74 and 62.69% respectively.

2. Residual effects of nitrogen observed in the second and third cuttings after ^{15}N application was of 21.10; 18.11; and 22.47% as determined for application in june, august and september respectively.

3. Plant growth was reduced by low temperatures which were predominat during may, june and july matched with flowering period of guineagrass.

4. Nitrogen content, relation between dry matter as function of nitrogen content after ^{15}N applications and dry matter accumulation as function of applied nitrogen was not well related to the efficiency of nitrogen utilization.

5. Both dry matter yield and nitrogen recovery showed best results for fertilizer application in february, june, august and september.

6. The nitrogenous fertilizer application after each cutting, showed hight nitrogen acumulation and consequently more crude protein.

1. INTRODUÇÃO

O capim colonião (*Panicum maximum* Jacq.), constitui atualmente 30% das pastagens do Estado de São Paulo, onde ocupa uma área aproximada de três milhões de hectares (CARRIEL et alii, 1979).

É amplamente reconhecido o papel do nitrogênio entre os nutrientes essenciais ao crescimento das plantas, especialmente das gramíneas, além disso, todos os processos vitais estão associados à presença deste nutriente, que participa de inúmeros compostos de importância fisiológica no metabolismo das plantas.

Sendo o nutriente exigido em maior proporção em comparação com os demais, sua importância sobressai nas condições tropicais e subtropicais, principalmente nos solos situados em regiões mais úmidas, onde ocorre grande mobilização e elevada mineralização do nitrogênio.

Resultados obtidos sob os mais diversos sistemas agrícolas mundiais mostraram que raramente uma cultura aproveita mais que 60% do nitrogênio aplicado (IAEA, 1970),

o restante pode permanecer disponível no solo, ou perder-se por diversos mecanismos, tais como a volatilização, desnitrificação e lixiviação para longe da zona de absorção radicular.

Segundo VICENT-CHANDLER (1964), as gramíneas tropicais apresentam capacidade de resposta que chega a 1.800 kg de N/ha.ano, sendo que, estimulando seu crescimento através do uso de nitrogênio, pode-se obter melhora no valor nutritivo CARO-COSTAS (1960) e aumento na produção de matéria seca, HARRIS (1973).

Pesquisas relativas ao movimento, disponibilidade, perdas do nitrogênio aplicado e eficiência de utilização são prejudicadas pela dificuldade em se distinguir o nitrogênio aplicado daquele existente no solo. Hoje, com o uso do ^{15}N , isótopo estável do nitrogênio, pode-se determinar com precisão seus caminhos no ambiente.

As principais vantagens em se usar um isótopo estável como traçador estão no fato de não causarem nenhum dano por radiação e não haver limitação de tempo para duração do experimento e determinação das análises.

O presente trabalho tem por objetivo estudar o crescimento e o aproveitamento do nitrogênio do sulfato de amônio pelo capim colonião, variedade Tobiatã, determinada pela técnica do ^{15}N , em diversas épocas de aplicação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Um dos principais objetivos da pesquisa com uso de fertilizantes nitrogenados é maximizar o aproveitamento pelas plantas, conhecer o total de nitrogênio recuperado do sistema solo-planta e os caminhos das perdas que podem levar à poluição de águas subterrâneas (KOHL et alii, 1971), apresenta importância cada vez maior, EDWARDS (1973), VALLIS et alii (1973), HAUCK e BREMNER (1976).

Dos métodos utilizados para a determinação da recuperação do nitrogênio aplicado como fertilizante, dois destacam-se. O primeiro, método da diferença, envolve a subtração do nitrogênio removido pela planta crescendo em solo controle daquele removido pelas plantas fertilizadas. O segundo conhecido como método isotópico, baseia-se na recuperação do ^{15}N absorvido pelas plantas ou imobilizado pelo solo, ALLISON (1966).

LON e PIPER (1956) compararam o método da diferença com o método isotópico no primeiro corte de *Lolium multiflorum*, encontrando valores de 48.8% de recuperação com

o método da diferença e 20,3% com o isotópico. No total de três cortes, 28% do nitrogênio foi recuperado no método isotópico e 37,5% no da diferença, sugerindo que mais nitrogênio do solo é absorvido quando se aplica fertilizantes nitrogenados e o método da diferença não explica, realmente, o que ocorre com o nitrogênio do fertilizante. Resultados semelhantes foram obtidos por LEEG e ALLISON (1959), que compararam os métodos da diferença com o isotópico, testando duas fontes de nitrogênio em dois solos cultivados com "Sudangrass".

WESTERMAN e KURTZ (1974), em condição de campo, estimaram a recuperação pelos métodos da diferença, método da regressão linear do total de nitrogênio em função das taxas de aplicação e o método isotópico. Os métodos da diferença e regressão linear superestimaram a recuperação do nitrogênio aplicado, o que não foi observado para o método isotópico mostrando esta importância para estudos desta natureza.

A marcação isotópica é a única maneira de se medir diretamente a absorção do nutriente aplicado na forma de fertilizante, afetada pelo tempo, parcelamento, fontes e interação com o meio ambiente, FRIED et alii (1975).

CHAN e WENG (1983), em trabalhos conduzidos com cana-de-açúcar, concluíram que a recuperação e eficiência com que o adubo nitrogenado é usado pelas plantas, é precisamente determinada através do traçador ^{15}N .

A descoberta do isótopo 15 do nitrogênio por Naude, em 1930 (SMITH et alii, 1963) e a comercialização dos adubos nitrogenados com ele enriquecidos a partir de 1940 tornaram-se possível a realização de trabalhos mais precisos com a utilização deste elemento traçador. Neste sentido, acredita-se que a primeira aplicação de ^{15}N em pesquisa agrônômica, foi feita por NORMAN e WERKMAN (1943), e o primeiro trabalho de que se tem notícia sobre aplicações em campo de fertilizantes marcados com ^{15}N , é o de BARTHOLOMEW et alii (1950).

Dos seis isótopos conhecidos do nitrogênio somente os de massa 14 e 15 são estáveis e naturais, sendo que a proporção de ocorrência na atmosfera é de 272 átomos de ^{14}N para 1 átomo de ^{15}N . Pode-se também, expressar essa proporção em termos de abundância de nitrogênio 15, em átomos %, conforme a relação:

$$\frac{\text{átomos de } ^{15}\text{N}}{\text{átomos } ^{15}\text{N} + \text{átomos } ^{14}\text{N}} \times 100$$

Esse valor em atmosfera de nitrogênio contém $0,3663 \pm 0,0004$ átomos % de ^{15}N . Em ecossistemas naturais a máxima amplitude de variação dessa abundância é, em média, de $\pm 0,015$ átomos % de ^{15}N .

A maioria dos trabalhos com forragens visando-se a nutrição nitrogenada e empregando o método isotópico,

foram realizados em condições controladas de casa de vegetação e poucos nas condições naturais das pastagens (VALLIS et alii, 1973). Este fato pode ser explicado pelo custo elevado da obtenção do material enriquecido com ^{15}N e a sofisticação dos aparelhos e métodos para análise das amostras, HAUCK e BREMER (1976).

Um dos primeiros trabalhos com balanço de nitrogênio usando ^{15}N foi feito por MAC VICAR et alii (1951), usando sulfato de amônio marcado como fonte de nitrogênio obtendo uma recuperação do sistema solo-planta de 85 a 97% do nitrogênio aplicado.

TYLER e BROADBENT (1958) testaram a recuperação do nitrogênio proveniente de três fontes em dois solos cultivados com "Ryegrass" obtendo 95 a 98% de recuperação para a forma sulfato de amônio, 81 a 84% para a forma hidróxido de amônio e 88 a 94% para a forma de nitrato de amônio.

BROADBENT e TYLER (1962) testaram duas fontes de nitrogênio em solos cultivados com "Sudangrass" e encontraram para nitrato de potássio recuperações no sistema solo-planta de 65 a 79% e 68 a 80% para sulfato de amônio. CANDY e BARTOLOMEW (1960), em casa de vegetação, encontraram para a mesma espécie recuperações semelhantes, sendo que, uma média de 80% do nitrogênio marcado adicionado, foi absorvido pela planta ou imobilizado pelo solo e apontaram que os 20% não recuperados provavelmente foram perdidos na forma de gás.

MARTIN et alii (1963) usando capim de Rhodes aplicaram sulfato de amônio marcado em doses que variaram de 0 a 800 lb N/ac em vasos que receberam, um pré-tratamento, de 0 a 200 lb N/ac. As quantidades de nitrogênio total e ^{15}N encontrados 15 semanas após a semeadura foi linearmente relacionada com as doses aplicadas e a análise de regressão indicou que 94% do ^{15}N foi recuperado do sistema solo-planta.

Valores de recuperação do nitrogênio aplicado na forma de fertilizante variando de 50 a 75% são considerados satisfatórios, entretanto, são encontrados valores até menores que 10% segundo HENZELL et alii (1964).

TERMAN e BROWN (1968), em vasos fertilizados com 0, 120, 300, 600 e 900 mg N/vaso de 3 kg de terra, determinaram que a produção de forragem seca de *Lolium multiflorum* após 6 cortes, foram lineares às doses aplicadas e a recuperação do nitrogênio variou entre 78 e 76% em dois solos diferentes.

ALLISON (1966) conclui que a recuperação do nitrogênio do fertilizante quando se faz um simples corte, sob condições de campo chegam de 50 a 70%, já em condições de casa de vegetação, valores variando de 60 a 80% são bastante comuns.

BLUE (1970), em teste de campo, encontrou recuperações do nitrogênio aplicado na ordem de 71 a 79%, no

sistema solo-planta, quando cultivou grama batatais, e HENZELL (1971) valores de 60 a 80% em capim de Rhodes, sendo que as perdas não foram identificadas.

Segundo Kundler (1970), citado por HAUCK (1973) revisando estudos usando ^{15}N como traçador, obtidos sob variadas condições experimentais, a recuperação do nitrogênio aplicado tem variado de 30 a 70%, com 10 a 40% dele permanecendo no solo, 5 a 10% sendo removido por lixiviação e 10 a 30% não sendo encontrados, valores intermediários de 50 a 70% foram encontrados por HAUCK (1971) e valores maiores, de 88 a 100% por CARTER (1967) em campo onde as parcelas estudadas estavam envolvidas por cilindro de aço, entretanto, estes valores podem ser expandidos, baixas recuperações, variando de 10 a 18% foram encontradas por ADEGBOLA e ADEPOJU (1983), quando usaram ureia em adubação de cobertura em *Andropogon gayanus*. Os mesmos autores, trabalhando agora com *Panicum maximum*, obtiveram valores de 35 a 40% para o nitrogênio na planta proveniente do fertilizante (NPPF) em dose de 100 kg N/ha e 10 a 16% quando aplicaram 25 kg N/ha.

Podemos ver também que a recuperação do nitrogênio estudado em outras gramíneas não forrageira, usando-se o método isotópico, tem mostrado índices semelhantes as forrageiras. Sendo assim, JANSSON (1963) encontrou uma recuperação no sistema solo-planta de 86 a 92% respectivamente pa-

ra sulfato de amônio e nitrato de sódio, aplicados em vasos cultivados com aveia, durante um período de 6 anos.

SMIRNOV et alii (1967), também trabalharam com aveia, encontrando valores de recuperação em torno de 50 a 60%, sendo que em outro trabalho de LEEG e STANFORD (1967), em diferentes níveis de fertilização, em diferentes solos, encontraram, para aveia, valores de recuperação que variaram de 49 a 70%.

KAINDL e HAUNOLD (1965) observaram que milho crescendo em vasos absorveram, com 50 dias de idade, 34 a 47% do nitrogênio aplicado como fertilizante. CAJA (1967) determinou em milho irrigado que recebeu 100 kg N/ha na forma de sulfato de amônio marcado uma absorção de 24 a 49%. Já LATKOVICS e MATE (1968) determinaram que 60 a 73% do nitrogênio do fertilizante foram absorvidos por plantas de milho.

CHO et alii (1967) mostraram que a eficiência de utilização do nitrogênio aumenta com a idade do milho, alcançando valores máximos de 30 a 40% em solos não muito deficientes em nitrogênio. Resultados semelhantes foram obtidos por CALVACHE et alii (1982), em condições brasileiras, com uma dose de aplicação de N-uréia de 100 kg N/ha, parcelada, sendo aplicada 1/3 no plantio e o restante 42 dias após a germinação. A eficiência máxima de utilização foi de 30%, na época de floração em solo Paleudalf ôxico. REICHARDT et

alii (1979) obtiveram cifra de 82% de eficiência porém, num solo relativamente pobre de nitrogênio e usando uma dose de aplicação de 80 kg N/ha, na forma de sulfato de amônio marcado. O trabalho foi conduzido num período de 150 dias durante a estação chuvosa, com chuvas muito bem distribuída, o que talvez, justifique o alto valor. IVANKO (1972) numa ampla revisão sobre o assunto, mostrou que até aquela data, em milho sob condições de campo, a eficiência de utilização nunca excedera 60%.

A variação dos dados de recuperação encontrados na literatura estão ligados as variações nos tipos de solos, principalmente teor de matéria orgânica, fontes, precipitação, doses aplicadas, condições que facilitam perdas por desnitrificação ou lixiviação e a espécie de planta cultivada.

Quando se trata de leguminosas, os valores de recuperação apontados na literatura são geralmente menores, especialmente aqueles relativos ao feijoeiro, assim sendo, NEPTUNE e MURAOKA (1978) encontraram uma eficiência do uso do fertilizante (EUFN), variando de 11 a 35% para doses respectivas de 15 e 120 kg N/ha, aplicados na variedade carioca. LIBARDI e REICHARDT (1978) determinaram que o nitrogênio na planta proveniente do fertilizante (NPPF), aos 77 dias após plantio de feijão Goiano Precoce foi de 18 e 38% respectivamente para doses de 40 e 120 kg N/ha.

MEIRELES et alii (1980) encontraram que a EUFN em feijão Rosinha é maior aos 40 e 60 dias da germinação, sendo 28 e 30% respectivamente quando se aplicou uma dose única de 100 kg de N/ha. Recentemente, MURAOKA et alii, (1984) testando doses, parcelamento e duas fontes, sulfato de amônio e uréia, sendo esta também aplicada via foliar, encontraram, para o cultivar Carioca, aproveitamento do nitrogênio variando de 42 a 41%, respectivamente para sulfato de amônio e uréia, ambos na dose de 20 kg N/ha.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. CONDUÇÃO

O trabalho foi realizado em casa de vegetação e laboratórios do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Piracicaba, Estado de São Paulo.

A forrageira utilizada neste estudo é o capim colonião (*Panicum maximum* Jacq.) cultivar Tobiata, que em tupi-guarani significa "força-verde", e teve origem na linhagem K-187, introduzida da Costa do Marfim, África, em 1977. Como apresentou características morfológicas e agronômicas desejáveis, surgiu como mais uma alternativa para o nosso pecuarista. Em 1980 o cultivar Tobiata foi incluído em ensaios regionais no estado de São Paulo, se destacando entre as gramíneas testadas, USBERTI FILHO (1982).

As mudas de *Panicum maximum*, cultivar Tobiata foram obtidas através de sementes plantadas no mesmo solo utilizado no trabalho, contudo sem adubação ou correção. A

semeadura foi feita à lãço em uma caixa de madeira e as se mentes cobertas com fina camada de terra.

Após 30 dias da época de semeadura (14-01-85) as plântulas estavam com aproximadamente 10 cm e neste estádio foram transplantadas para os vasos definitivos com 5 kg de terra. Assim sendo, foram transplantadas 4 plântulas por vaso e após 9 dias, deixadas apenas 2 por vaso.

No momento da primeira aplicação do fertilizante-¹⁵N, os vasos que não receberam nitrogênio marcado, o rece beram na forma de fertilizante normal, e assim feito para as seis épocas estudadas. Da mesma forma, no momento do primeiro corte a parte aérea de todos os vasos foram cortadas e o material daqueles que receberam fertilizante-¹⁵N foram separados para as determinações de Matéria Seca, teor de Nitrogênio, análise isotópica e também para contagem de meristema apical eliminado e número de perfilhos vegetativo e reprodutivo.

3.2. SOLO

De acordo com a carta de solos do município de Piracicaba, elaborada por RANZANI et alii (1966), o solo utilizado pertence ao grande grupo Terra Roxa Estruturada, série "Luiz de Queiroz", e segundo a "Soil Taxonomy", é classificado como Oxic-Paleudalf (USDA, 1975).

O resultado de análise da terra coletada é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultado de análise do solo.

pH (1:1)	M.O. (%)	NT (%)	IONS TROCÁVEIS (meq/100g de solo)							BASES (%)
			PO_4^{3-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+	Al^{3+}	H^+	
5,1	0,72	0,072	0,08	2,36	0,99	0,48	0,05	0,09	3,20	54,6

Como adubação básica e fornecimento de cálcio foram adicionados, por vaso: 500mg P (superfosfato triplo), 400mg K (KCl), 14mg Mg (MgO) e 5g de calcário calcinado, todos homogeneamente misturados ao solo.

Como micronutrientes foram adicionados uma solução contendo: 14mg Fe ($\text{FeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), 12mg de Zn ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), 4mg Cu ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) e 1,4mg B ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$).

A adubação com fósforo e potássio foi repetida, nas mesmas doses da adubação basal, a partir da terceira época de adubação com fertilizante- ^{15}N e assim feito nas adubações seguintes, de modo a manter estes nutrientes disponíveis.

Logo após a primeira adubação com fertilizante- ^{15}N , todos os vasos receberam uma nova aplicação de magnésio e zinco, devido a sintomas de deficiência que indicavam a possível falta destes elementos.

3.3. PREPARO DA SOLUÇÃO DE FERTILIZANTE NITROGENADO

3.3.1. Solução de sulfato de amônio marcado com ^{15}N

Usou-se de sulfato de amônio com diferentes marcações para compor uma mistura final com aproximadamente 5% de átomos de ^{15}N , segundo balanço de massa apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Relação de sulfatos utilizados no balanço de massa para compor uma mistura final com 5% de átomos de ^{15}N .

Gramas de Sulfato de Amônio	% de átomos de ^{15}N
45,40	7,50
89,80	6,50
53,40	0,36

A determinação em espectrômetro de massa, com média de três repetições, constatou 5,022 átomos % de ^{15}N .

Foram feitas determinações da porcentagem de nitrogênio total no solo (0,072%) e a sua abundância isotópica, estando este valor, ao redor de 0,369 átomos % de ^{15}N , evitando-se assim, erros analíticos devido a variação desta abundância nos diferentes solos (CHENG et alii, 1964), e também a determinação da abundância isotópica no fertilizante natural (0,362 átomos % de ^{15}N).

No preparo da solução a ser aplicada aos vasos, usou-se 188,6 gramas de sulfato de amônio em um litro de água destilada, onde cada mililitro continha 40 mg de nitrogênio.

Na primeira época de aplicação (fevereiro), usou-se 20 ml desta solução fornecida 28 dias antes do primeiro corte. Neste corte observou-se sintomas de deficiência de nitrogênio e para sua correção, os cortes posteriores receberam 25 ml da solução.

3.3.2. Solução de sulfato de amônio natural

No preparo da solução de fertilizante natural usou-se 188,6 gramas de sulfato de amônio (P.A.), com 0,362 átomos % de ^{15}N em um litro de água destilada, e foi usada em todas as épocas de adubação, nos vasos que não recebiam ^{15}N . Da mesma forma que a solução anterior, na primeira época de aplicação usou-se 20 ml da solução e nas seguintes 25 ml.

3.4. ESQUEMA DE ADUBAÇÕES E CORTES

O trabalho teve a duração de onze meses onde foram realizadas seis adubações com fertilizante- ^{15}N , em épocas distintas e efetuados três cortes subsequentes, sendo os dados obtidos, submetidos à análise estatística. O trabalho foi composto de 36 vasos de 5 kg de terra onde em cada época de adubação 6 vasos (sorteados) que ainda não haviam recebido

o fertilizante- ^{15}N recebiam-no, o restante recebiam a mesma adubação, na forma de fertilizante natural.

Após cada adubação com ^{15}N a parte aérea desses vasos receberam três cortes, para medir o efeito residual de cada aplicação, sendo que após cada aplicação de fertilizante- ^{15}N esses vasos recebiam, após o primeiro e segundo corte, fertilizante natural. O mesmo acontecia com os vasos que esperavam pela aplicação de fertilizante- ^{15}N nas últimas épocas de adubação.

As épocas de adubação e do primeiro, segundo, e terceiro corte, com as respectivas datas, são apresentadas na Tabela 3.

3.5. ANÁLISE DO MATERIAL VEGETAL

3.5.1. Número de perfilhos e meristema apical eliminado

Logo após cada corte, efetuam-se contagens por vaso, do total de perfilhos cortados e após duas semanas, contagens dos perfilhos que tiveram seu meristema apical eliminado.

Tabela 3 - Épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N e cortes com as respectivas datas.

ÉPOCAS DE ADUBAÇÃO COM FERTILIZANTE- ^{15}N	CORTES		
	Primeiro	Segundo	Terceiro
Fevereiro (27-02-85)	26-03-85	29-04-85	17-06-85
Março (28-03-85)	29-04-85	17-06-85	01-08-85
Maio (01-05-85)	17-06-85	01-08-85	09-09-85
Junho (18-06-85)	01-08-85	09-09-85	16-10-85
Agosto (05-08-85)	09-09-85	16-10-85	21-11-85
Setembro (11-09-85)	16-10-85	21-11-85	26-12-85

3.5.2. Matéria seca (MS)

A matéria seca foi obtida através da secagem do material em estufa com temperatura regulada para 75°C até peso constante. O rendimento de matéria seca é dado em gramas/vaso.

3.5.3. Nitrogênio acumulado (NA)

A determinação da percentagem de nitrogênio foi obtida através do método semi-microkjeldahl, com diges-

tão de 100 mg de material com posterior destilação e titulação, segundo BREMNER (1965a).

O cálculo do NA foi feito através da equação 1.

$$\text{Equação 1: } NA = \frac{\%N \times MS}{100}$$

Onde: NA = Nitrogênio Acumulado (mg)

%N = Percentagem de nitrogênio (%)

MS = Matéria Seca (mg)

3.5.4. Relação isotópica ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$)

Para análise da composição isotópica, as amostras foram processadas pelo método de Dumas modificado, segundo PROKSCH (1969), para produzir N_2 , cuja composição isotópica foi determinada em espectrômetro de massa, Atlas-Variant modelo CH-4.

Os resultados da composição isotópica do N_2 foram obtidas num diagrama de picos, correspondentes as correntes de ions de número de massa 28, 29, 30: $I_{28} (^{14}\text{N}/^{14}\text{N})$: $I_{29} (^{15}\text{N}/^{14}\text{N})$: $I_{30} (^{15}\text{N}/^{15}\text{N})$, onde I corresponde a altura do pico em mm, vezes a sensibilidade usada em volts, BREMNER (1965b), TRIVELIN et alii, 1973.

A equação 2 foi usada para calcular a concentração percentual de átomos de ^{15}N em relação ao total de átomos de nitrogênio contidos na amostra. A equação 3 é uma outra forma de representar a percentagem de átomos de ^{15}N .

$$\text{Equação 2: } \% \text{ Át. } ^{15}\text{N} = \frac{I_{28} + 2(I_{30})}{2(I_{28}) + 2(I_{29}) + 2(I_{30})} \times 100$$

$$\text{Equação 3: } \% \text{ Át. } ^{15}\text{N} = \frac{n^{\circ} \text{ Át. } ^{15}\text{N}}{n^{\circ} \text{ Át. } ^{14}\text{N} + n^{\circ} \text{ Át. } ^{15}\text{N}} \times 100$$

3.5.5. Cálculo da percentagem do nitrogênio na planta proveniente do fertilizante (NPPF)

Obtidas as percentagens de átomos de ^{15}N em excesso na planta e no fertilizante marcado, usa-se a equação 4, obtida pelo princípio da diluição isotópica, para cálculo do NPPF.

$$\text{Equação 4: } \% \text{NPPF} = \frac{\% \text{ Át. } ^{15}\text{N} \text{ em excesso na planta}}{\% \text{ Át. } ^{15}\text{N} \text{ em exc. no fertilizante}} \times 100$$

onde: $\% \text{ Át. } ^{15}\text{N}$ em excesso na planta = $\% \text{ Át. } ^{15}\text{N}$ na planta subtraindo-se a abundância natural de ^{15}N ou, usar a $\% \text{ Át. } ^{15}\text{N}$ em plantas que não receberam ^{15}N .

% At. ^{15}N em excesso no fertilizante = % At. ^{15}N no fertilizante subtraindo-se a abundância natural de ^{15}N .

3.5.6. Cálculo da quantidade de nitrogênio na planta proveniente do fertilizante (QNPPF)

O QNPPF significa miligramas de nitrogênio na planta proveniente do fertilizante e seu cálculo feito através da equação 5.

$$\text{Equação 5: } \text{QNPPF} = \frac{\text{NPPF} \times \text{NA}}{100}$$

Onde: NA = Quantidade de nitrogênio acumulado.

NPPF = Percentagem de nitrogênio na planta proveniente do fertilizante.

3.5.7. Cálculo da recuperação pela planta do nitrogênio do fertilizante nitrogenado (R)

O R significa a eficiência com que o nitrogênio aplicado é utilizado em função da quantidade fornecida

de fertilizante marcado e $\bar{e}$ expresso em percentagem. Este cálculo foi feito através da equação 6.

Equação 6:
$$R = \frac{QNPPF}{QNA} \times 100$$

Onde: QNA = Quantidade de nitrogênio aplicado como fertilizante marcado (mg).

QNPPF = Quantidade de nitrogênio na planta proveniente do fertilizante (mg).

3.6. TEMPERATURA

A temperatura no interior da casa de vegetação foi acompanhada através de 2 medidas diárias, uma feita de manhã, por volta das 9:00 hs e a segunda a tarde por volta das 14:00 hs.

3.7. ÁGUA

A água foi fornecida diariamente as plantas, determinando o consumo através da pesagem dos vasos a fim de manter o solo em 70% da sua capacidade de retenção de água. Essa quantidade de água foi tabulada para cada intervalo entre cortes.

3.8. RELAÇÕES ENTRE MATÉRIA SECA E NITROGÊNIO

Foram feitas duas relações entre a matéria seca e o nitrogênio, sendo uma delas, relação entre matéria seca e nitrogênio acumulado, encontrados no primeiro, segundo e terceiro corte após aplicação do fertilizante- ^{15}N , nas diferentes épocas. A outra relacionando a matéria seca acumulada até a época de aplicação do fertilizante marcado, inclusive, em função do nitrogênio total aplicado até a aplicação do fertilizante- ^{15}N , inclusive.

3.9. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, analisado segundo o esquema de parcelas subdivididas, sendo as épocas de adubação consideradas parcelas e os três cortes as subparcelas com seis repetições. As médias ou totais obtidos foram comparados através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Nos casos onde os resultados são dados em percentagem, usou-se a transformação arco-seno da raiz quadrada da percentagem, e no caso de contagem, raiz de $X + 0,5$.

Foram feitas análises de regressão polinomial para as épocas dentro dos cortes e para estudar o efeito dos cortes dentro de cada época de aplicação do fertilizante marcado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. TEMPERATURA ($^{\circ}\text{C}$) E CONSUMO DE ÁGUA (LITROS)

As Tabelas 4 e 5 apresentam respectivamente dados de temperatura média, obtidas no interior da casa de vegetação e o consumo de água correspondente ao período da adubação com fertilizante- ^{15}N do primeiro, segundo e terceiro corte, nas diferentes épocas do ano.

Tabela 4 - Temperaturas médias ($^{\circ}\text{C}$) tomadas no interior da casa de vegetação, nos períodos correspondentes ao primeiro, segundo e terceiro corte após adubação com fertilizante- ^{15}N nas diferentes épocas do ano.

Cortes	Épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N					
	Fevereiro	Março	Maio	Junho	Agosto	Setembro
	----- (°C) -----					
Primeiro	32,30	30,60	26,40	26,00	29,60	31,10
Segundo	30,60	26,40	26,00	29,60	31,10	31,90
Terceiro	26,40	26,00	29,60	31,10	31,90	31,60

Tabela 5 - Quantidade de água consumida (litros) no primeiro, segundo e terceiro corte após adubação com fertilizante- ^{15}N , nas diferentes épocas do ano.

Cortes	Épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N					
	Fevereiro	Março	Maio	Junho	Agosto	Setembro
	------(litros)-----					
Primeiro	11,93 cA	10,18 dB	8,30 eC	11,52 cC	13,32 bC	16,91 aB
Segundo	9,76 dB	8,95 dC	12,36 cB	13,48 cB	16,45 dB	17,71 aA
Terceiro	8,69 dC	13,09 cA	13,57 cA	17,24 aA	17,58 aA	15,01 bC
TOTAL	30,38 d	32,22 cd	34,23 c	42,24 b	47,33 a	49,63 a

C.V. Épocas = 4,66%

C.V. cortes = 3,56%

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. As letras minúsculas se referem às linhas e as maiúsculas às colunas.

As Figuras 1 e 2 ilustram o comportamento da temperatura e consumo de água.

As Figuras 3, 4 e 5 apresentam os gráficos obtidos através de regressão polinomial para as épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N em função dos respectivos cortes, primeiro, segundo e terceiro. As Figuras 6, 7, 8, 9, 10 e 11

apresentam os gráficos obtidos através de regressão polinomial para as seis épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N em relação aos três cortes subsequentes.

Figura 1 - Temperaturas médias (°C) tomadas no interior da casa de vegetação para os três cortes nas diferentes épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N .

Figura 2 - Água consumida (litros) nos três cortes após adubação com fertilizante -15N nas diferentes épocas no ano.

Figura 3 - Gráfico para as épocas dentro do primeiro corte, água consumida (litros).

Figura 4 - Gráfico para as épocas dentro do segundo corte, água consumida (litros)

Figura 5 - Gráfico para as épocas dentro do terceiro corte, água consumida (litros)

Figura 6 - Gráfico para a época de adubação de fevereiro mostrando os três cortes após adubação com fertilizante ^{15}N , água consumida (litros).

Figura 7 - Gráfico para época de adubação de março mostrando os três cortes após adubação com fertilizante ^{15}N , água consumida (litros).

Figura 8 - Gráfico para a época de adubação de maio mostrando os três cortes após adubação com fertilizante ^{15}N , água consumida (litros).

Figura 9 - Gráfico para a época de adubação de junho mostrando os três cortes após adubação com fertilizante ^{15}N , água consumida (litros).

Figura 10 - Gráfico para a época de adubação de agosto mostrando os três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N , água consumida (litros).

Figura 11 - Gráfico para a época de adubação de setembro mostrando os três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N , água consumida (litros).

A temperatura apresentada na Tabela 4 é a média observada no período de crescimento, que vai de um corte até o próximo. Nota-se que as menores médias foram observadas no período que vai de 17.06.85 a 01.08.85 (Tabela 3) e corresponde ao terceiro corte da época de adição de ^{15}N em março, segundo de maio e primeiro de julho. Temperaturas também baixas foram observadas no período anterior, ou seja, de 29.04.85 a 17.06.85 correspondendo ao terceiro corte de fevereiro, segundo de março e primeiro de maio, sendo que nesse período, nesses cortes, foram observados os menores consumo de água, sendo melhor visualizado na Figura 2. Essa tendência de queda de consumo de água pode ser bem visualizada para o primeiro corte efetuado nas diferentes épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N , Figura 3, onde em maio ocorreu o menor consumo voltando a crescer com a elevação da temperatura. No segundo corte, Figura 4, o menor consumo de água foi detectado em fevereiro e março crescendo até a época de setembro. No terceiro corte, Figura 5, observa-se a tendência de estabilidade no consumo de água para o terceiro corte a medida em que se vai de fevereiro para setembro.

Nas épocas de adubação de fevereiro, Figura 6, e setembro, Figura 11, observa-se uma diminuição do consumo de água do primeiro para o terceiro corte. Em fevereiro, o segundo e terceiro corte, feitos respectivamente em 29.04.85 e 17.06.85, épocas com pequeno crescimento, limitado por

baixas temperaturas e período pós-florescimento, Tabela 4, apresentou uma sensível queda no consumo de água de 11 litros para 8 litros, Tabela 5, sendo que em setembro essa queda foi menos significativa de 16 para 15 litros.

As outras épocas, Figuras 7, 8, 9 e 10 apresentaram um consumo de água crescente do primeiro para o terceiro corte.

4.2. RENDIMENTO DE MATÉRIA SECA (g/vaso)

Na Tabela 6 são apresentados os resultados de rendimento de matéria seca (g/vaso) no primeiro, segundo e terceiro corte, após adubação com fertilizante- ^{15}N nas diferentes épocas do ano, sendo também ilustrada pelas Figuras 12 e 13 que apresenta os totais. As Figuras 14, 15 e 16 apresentam os gráficos obtidos através de regressão polinomial para as épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N em função dos respectivos cortes, primeiro, segundo e terceiro.

Observa-se na Tabela 6 que a maior produção de matéria seca foi no 1º corte de março e 2º corte de fevereiro sendo cortes com presença de perfilhos reprodutivos e como pode ser visto na Tabela 13 estas épocas apresentaram maior número de meristema apical eliminado.

Após o florescimento notamos um crescimento lento e crescente com os sucessivos cortes. Esses efeitos foram levantados por SINGH e CHATTERJEE (1965), estudando o perfilhamento de diversas espécies de capins no trópico indiano e por ROBSON (1969) estudando o perfilhamento de diversos capins de clima temperado.

Tabela 6 - Rendimento de matéria seca (g/vaso) no primeiro, segundo e terceiro corte, após adubação com fertilizante- ^{15}N , nas diferentes épocas do ano.

Cortes	Épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N					
	Fevereiro	Março	Maio	Junho	Agosto	Setembro
	----- (g/vaso) -----					
Primeiro	46,46 bB	56,49 aA	22,33 eC	36,62 dB	39,49 cdB	43,31 bcA
Segundo	53,37 aA	23,88 dC	36,72 cB	43,02 bA	41,19 bcAB	42,74 bA
Terceiro	23,85 cC	35,85 bB	44,39 aA	45,62 aA	44,28 aA	43,23 aA
TOTAL	123,68 ab	116,22 b	103,44 c	125,26 ab	125,26 ab	129,28 a

CV épocas = 5,79%

CV cortes = 6,22%

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas se referem às linhas e as maiúsculas às colunas.

Figura 12 - Rendimento de matéria seca (g/vaso) nos três cortes após adubação com fertilizante ^{15}N nas diferentes épocas do ano.

Figura 13 - Totais de matéria seca para os 3 cortes em função das épocas de adubação com fertilizante ^{15}N .

Figura 14 - Gráfico para as épocas dentro do primeiro corte, rendimento de matéria seca (g/vaso).

Figura 15 - Gráfico para as épocas dentro do segundo corte, rendimento de matéria seca (g/vaso).

Figura 16 - Gráfico para as épocas dentro do terceiro corte, rendimento de matéria seca (g/vaso).

Observa-se na Figura 14, que para o primeiro corte houve uma queda na produção de matéria seca nas épocas de adição de fertilizante ^{15}N de maio e junho, assim como um reduzido consumo de água, Figura 3. No intervalo de corte de 17.06.85 a 01.08.85, correspondente ao terceiro corte de março, segundo de maio e primeiro de junho, houve uma redução significativa do rendimento de matéria seca. Rendimentos ainda menores foram registrados no período de 29.04.85 a 17.06.85, correspondendo ao terceiro corte de fevereiro, segundo de mar

ço e primeiro de maio, podendo ser visualizado com clareza na Figura 12.

No segundo corte, Figura 15, houve redução no rendimento de matéria seca na época de adição de fertilizante- ^{15}N em março e maio, seguida de crescimento nas épocas seguintes. No terceiro corte houve um crescimento em rendimento de matéria seca de fevereiro para setembro, Figura 16.

As Figuras 17, 18, 19, 20, 21 e 22 apresentam os gráficos obtidos através da regressão polinomial para as seis épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N em relação aos três cortes subsequentes. Nota-se uma queda no rendimento de matéria seca do primeiro para o terceiro corte nas épocas de adubação de fevereiro e março e um crescimento nas épocas seguintes com uma tendência de equilíbrio entre os cortes na época de adubação com fertilizante- ^{15}N em setembro, Tabela 6 e Figura 22.

Assim como as forrageiras de uma maneira geral exibem um crescimento estacional, com queda na taxa de crescimento nos meses mais frios, pode-se, através dos dados apresentados mais uma vez confirmar o crescimento estacional onde os maiores rendimentos de matéria seca estão ligados as maiores temperaturas com conseqüente maior consumo de água. Nota-se também que além do efeito da temperatura, os menores valores de rendimento de matéria seca e consumo de água foram encontrados nos cortes pós-florescimento.

Figura 17 - Gráfico para a época de adubação de fevereiro mostrando os três cortes após adubação com fertilizante -15N, rendimento de matéria seca (g/vaso).

Figura 18 - Gráfico para a época de adubação de março mostrando os três cortes após adubação com fertilizante -15N, rendimento de matéria seca (g/vaso).

Figura 19 - Gráfico para a época de adubação de maio mostrando os três cortes após adubação com fertilizante ^{15}N , rendimento de matéria seca (g/vase).

Figura 20 - Gráfico para a época de adubação de junho mostrando os três cortes após adubação com fertilizante ^{15}N , rendimento de matéria seca (g/vase).

Figura 21 - Gráfico para a época de adubação de agosto mostrando os três cortes após adubação com fertilizante ^{15}N , rendimento de matéria seca (g/vaso).

Figura 22 - Gráfico para a época de adubação de setembro mostrando os três cortes após adubação com fertilizante ^{15}N , rendimento de matéria seca (g/vaso).

4.3. NITROGÊNIO NA PLANTA

4.3.1. Teor médio de nitrogênio (%)

Na Tabela 7 são apresentados os dados médios de teor de nitrogênio (%) no primeiro, segundo e terceiro corte após adubação com fertilizante- ^{15}N , nas diferentes épocas do ano. A Figura 23, ilustra o comportamento do nitrogênio (%) dos três cortes nas diferentes épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N .

Tabela 7 - Teor de nitrogênio (%) no primeiro, segundo e terceiro corte após adubação com fertilizante- ^{15}N , nas diferentes épocas do ano.

Cortes	Épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N					
	Fevereiro	Março	Maio	Junho	Agosto	Setembro
	----- (%) -----					
Primeiro	1,01 dB	0,98 dB	1,63 bA	1,34 cB	1,80 aB	1,71 abB
Segundo	1,00 dB	1,39 cA	1,32 cB	1,74 bA	1,65 bC	1,93 aA
Terceiro	1,48 cA	1,31 dA	1,59 bcA	1,68 bA	1,98 aA	2,01 aA
MÉDIA	1,16 c	1,23 c	1,51 b	1,59 b	1,81 a	1,88 a

CV épocas = 1,66%

CV cortes = 2,43%

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas se referem às linhas e as maiúsculas às colunas.

As Figuras 24, 25 e 26 apresentam os gráficos obtidos através de regressão polinomial entre épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N e os respectivos cortes, primeiro, segundo e terceiro. Já as Figuras 27, 28, 29, 30, 31 e 32 apresentam os gráficos das diferentes épocas para os três cortes.

Figura 23 - Teor médio de nitrogênio (%), nos três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N nas diferentes épocas do ano.

Figura 24 - Gráfico para as épocas dentro do primeiro corte, teor de nitrogênio (%). Dados observados transformados segundo arco seno da raiz de $X/100$.

Figura 25 - Gráfico para as épocas dentro do segundo corte, teor de nitrogênio (%). Dados observados transformados segundo arco seno da raiz de $X/100$.

Figura 26 - Gráfico para as épocas dentro do terceiro corte, teor de nitrôgeno (%). Dados observados transformados segundo arco seno da raiz de $X/100$.

Figura 27 - Gráfico para a época de adubação de fevereiro mostrando os três cortes após adubação com fertilizante ^{15}N , teor de nitrogênio (%). Dados observados transformados segundo arco seno da raiz de $X/100$.

Figura 28 - Gráfico para a época de adubação de março mostrando os três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N , teor de nitrogênio (%). Dados observados transformados segundo arco seno da raiz de $X/100$.

Figura 29 - Gráfico para a época de adubação de maio mostrando os três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N teor de nitrogênio (%). Dados observados transformados segundo arco seno da raiz de $X/100$.

Figura 30 - Gráfico para a época de adubação de junho mostrando os três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N , teor de nitrogênio (%). Dados observados transformados segundo arco seno da raiz de $X/100$.

Figura 31 - Gráfico para as épocas de adubação de agosto mostrando os três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N , teor de nitrogênio (%). Dados observados transformados segundo arco seno da raiz de $X/100$.

Figura 32 - Gráfico para época de adubação de setembro mostrando os três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N , teor de nitrogênio (%). Dados transformados segundo arco seno da raiz de $X/100$.

Até a terceira época de aplicação de fertilizante- ^{15}N (fevereiro, março e maio), sempre que o rendimento de matéria seca foi elevado, parece haver um efeito de diluição da percentagem de nitrogênio que foi sempre menor e a recíproca também acontecia. A partir da quarta época de aplicação de ^{15}N , isso deixou de acontecer e talvez a presença de uma quantidade relativamente alta de nitrogênio, pois até esta época já se somava 3,8 g de nitrogênio adicionados, a relação entre percentagem de nitrogênio e o rendimento de matéria seca passou a apresentar outro comportamento, onde a percentagem de

nitrogênio praticamente acompanhava o rendimento da matéria seca e na época de aplicação de ^{15}N em setembro, enquanto o rendimento de matéria seca tendia para a estabilidade em três cortes, a percentagem de nitrogênio crescia, Figuras 22 e 32.

4.3.2. Nitrogênio acumulado (mg/vaso)

Na Tabela 8 são apresentados os resultados de nitrogênio acumulado NA (mg/vaso) no primeiro, segundo e terceiro corte após adubação com fertilizante- ^{15}N , nas diferentes épocas do ano. A Figura 33 ilustra o comportamento do NA determinado para os três cortes nas diferentes épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N .

Nota-se um comportamento do NA contrário ao do N%, com tendência a acompanhar o rendimento de matéria seca, já que para o cálculo do NA usa-se multiplicar ao N% o rendimento de matéria seca, equação 1.

As Figuras 34, 35 e 36 apresentam os gráficos obtidos através de regressão polinomial entre as épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N e os respectivos cortes, primeiro, segundo e terceiro.

Tabela 8 - Nitrogênio acumulado (NA mg/vaso), no primeiro, segundo e terceiro corte após adubação com fertilizante- ^{15}N , nas diferentes épocas do ano.

Cortes	Épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N					
	Fevereiro	Março	Maio	Junho	Agosto	Setembro
	----- (mg/vaso) -----					
Primeiro	468,05cB	553,01bA	361,14dC	490,03bcB	707,88aB	739,12aB
Segundo	534,83cA	331,29dC	482,31cB	749,08bA	682,74bB	829,13aA
Terceiro	354,43eC	470,38dB	675,36cA	766,88bA	878,50aA	867,13aA
TOTAL	1375,31e	1354,68e	1518,81d	2005,97c	2269,10b	2435,41a

CV épocas = 4,85%

CV cortes = 5,63%

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas se referem às linhas e as maiúsculas às colunas.

Com relação ao primeiro corte efetuado em diferentes épocas de aplicação de fertilizante- ^{15}N , Figura 34, observa-se uma queda do NA na época de adubação de maio, a semelhança do rendimento de matéria seca, Figura 14, e contrário ao N%, Figura 24. No segundo corte o NA parece acompanhar o rendimento da matéria seca, Figura 15, onde o NA é baixo (março), Figura 35, e nas próximas épocas cresce, assim

Figura 33 - Nitrogênio acumulado (mg/vaso) nos três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N nas diferentes épocas do ano.

Figura 34 - Gráfico para as épocas dentro do primeiro corte, nitrogênio acumulado (mg/vaso).

Figura 35 - Gráfico para as épocas dentro do segundo corte, nitrogênio acumulado (mg/vaso).

Figura 36 - Gráfico para as épocas dentro do terceiro corte, nitrogênio acumulado (mg/vaso).

como o rendimento de matéria seca, que já em setembro tende a estabilidade, Figura 16 e o comportamento da N% é de crescer, Figura 26.

As Figuras 37, 38, 39, 40, 41 e 42, apresentam os gráficos obtidos através da regressão polinomial para as seis épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N em relação aos três cortes subsequentes. Na época de adubação com fertilizante- ^{15}N de fevereiro e março, houve uma redução do NA com os sucessivos cortes, Figuras 37 e 38, acompanhando o rendimento de matéria seca, Figuras 17 e 18. Em geral, houve uma tendência de aumento do NA com os sucessivos cortes.

Figura 37 - Gráfico para a época de adubação de fevereiro mostrando os três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N , nitrogênio acumulado (mg/vaso).

Figura 38 - Gráfico para a época de adubação de março mostrando os três cortes após adubação com fertilizante ^{15}N , nitrogênio acumulado (mg/vaso).

Figura 39 - Gráfico para a época de adubação de maio mostrando os três cortes após adubação com fertilizante ^{15}N , nitrogênio acumulado (mg/vaso).

Figura 40 - Gráfico para a época de adubação de junho mostrando os três cortes após adubação com fertilizante ^{15}N , nitrogênio acumulado (mg/vaso).

Figura 41 - Gráfico para a época de adubação de agosto mostrando os três cortes após adubação com fertilizante ^{15}N , nitrogênio acumulado (mg/vaso).

Figura 42 - Gráfico para a época de adubação de setembro mostrando os três cortes após adubação com fertilizante ^{15}N , nitrogênio acumulado (mg/vaso).

4.3.3. Percentagem do nitrogênio na planta proveniente do fertilizante-NPPF (%)

Na tabela 9 são apresentados os dados do NPPF (%) no primeiro, segundo e terceiro corte após adubação com fertilizante- ^{15}N , nas diferentes épocas do ano. A Figura 43 ilustra o comportamento do NPPF (%) determinado para os três cortes nas diferentes épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N . As figuras 44, 45 e 46 apresentam os gráficos obtidos através

de regressão polinomial para as épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N em função dos respectivos cortes, primeiro, segundo e terceiro.

Tabela 9 - Percentagem do nitrogênio na planta proveniente do fertilizante NPPF (%) no primeiro, segundo e terceiro corte após adubação com fertilizante- ^{15}N , nas diferentes épocas do ano.

Cortes	Épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N					
	Fevereiro	Março	Maió	Junho	Agosto	Setembro
	----- (%) -----					
Primeiro	88,83 aA	76,93 cA	81,42 bA	66,75 dA	58,81 eA	54,76 fA
Segundo	14,08 dB	8,45 eB	19,99 aB	18,94abB	16,75 cB	17,91 bcB
Terceiro	2,97 cC	3,29 cC	9,16 aC	9,03 aC	7,61 bC	8,79 abC
MÉDIA	35,29 b	29,56 c	36,86 a	31,57 b	27,72 c	27,15 c

CV épocas = 1,83%

CV cortes = 2,54%

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas se referem às linhas e as maiúsculas às colunas.

Nota-se, na Tabela 9 e Figura 43, que no primeiro corte para as épocas correspondentes as adubações realizadas em fevereiro, março e maio, temos as maiores percentagens de nitrogênio na planta vindo do fertilizante, porém os cortes de fevereiro (3º) e março (2º e 3º) foram os que apresentaram os menores valores de NPPF (%) mostrando, nesse período, baixo aproveitamento do nitrogênio residual. No corte realizado logo após o florescimento e maior elongação da planta, observamos a maior percentagem de nitrogênio vinda do fertilizante (1º corte de maio) e correspondendo ao 2º corte de março e 3º corte de fevereiro onde observa-se as menores percentagem de nitrogênio vinda das aplicações residuais, estando esse nitrogênio provavelmente não disponível as plantas.

Este fato torna-se importante para o manejo da forrageira que depende muito de nitrogênio do fertilizante nessa época de pós-florescimento e elongação da planta.

Nas épocas de adubação com fertilizante-¹⁵N de junho, agosto e setembro, observa-se valores baixos para NPPF (%) no primeiro corte, porém encontramos os maiores valores para os cortes subsequentes mostrando um melhor aproveitamento do nitrogênio residual.

As figuras 47, 48, 49, 50, 51 e 52 apresentam os gráficos obtidos através de regressão polinomial para as

seis épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N em relação aos três cortes. Observa-se que a tendência em todas as épocas é o primeiro corte conter entre 54 a 88% do nitrogênio aplicado. No segundo corte de 8 a 19% e de 2 a 9% para o terceiro corte.

Figura 43 - Percentagem do nitrogênio na planta proveniente do fertilizante NPPF (%) nos três cortes após adubação com fertilizante ^{15}N nas diferentes épocas do ano.

Figura 44 - Gráfico para as épocas dentro do primeiro corte, NPPF(%). Da dos observados transformados segundo arco seno da raiz de $x/100$.

Figura 45 - Gráfico para as épocas dentro do segundo corte, NPPF(%). Da dos observados transformados segundo arco seno da raiz de $X/100$.

Figura 46 - Gráfico para as épocas dentro do terceiro corte, NPPF (%). Dados observados transformados segundo arco seno da raiz de $X/100$.

Figura 47 - Gráfico para a época de adubação de fevereiro mostrando os três cortes após adubação com fertilizante ^{15}N , NPPF (%), Dados observados transformados segundo arco seno da raiz de $X/100$.

Figura 48 - Gráfico para a época de adubação de março mostrando os três cortes após adubação com fertilizante $-^{15}N$, NPPF(%). Dados observados transformados segundo arco seno da raiz de $X/100$.

Figura 49 - Gráfico para a época de adubação de maio mostrando os três cortes após adubação com fertilizante $-^{15}N$, NPPF(%). Dados observados transformados segundo arco seno da raiz de $X/100$.

Figura 50 - Gráfico para a época de adubação de junho mostrando os três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N , NPPF(%). Dados observados transformados segundo arco seno da raiz de $X/100$.

Figura 51 - Gráfico para a época de adubação de agosto mostrando os três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N , NPPF(%). Dados observados transformados segundo arco seno da raiz de $X/100$.

Figura 52 - Gráfico para a época de adubação de setembro mostrando os três cortes após adubação com fertilizante ^{15}N , NPPF(%). Dados observados transformados segundo arco seno da raiz de $X/100$.

4.3.4. Quantidade de nitrogênio na planta proveniente do fertilizante-QNPPF (mg/vaso)

Na Tabela 10 são apresentados os dados de QNPPF (mg/vaso) no primeiro, segundo e terceiro corte após adubação com fertilizante ^{15}N , nas diferentes épocas do ano e o total acumulado nos 3 cortes. As Figuras 53 e 54 ilustram o comportamento do QNPPF (mg/vaso) determinado para os três cortes nas diferentes épocas de adubação com fertilizante.

te- ^{15}N . As Figuras 55, 56 e 57, apresentam os gráficos obtidos através de regressão polinomial para as épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N em função dos respectivos cortes, primeiro, segundo e terceiro.

Observa-se da Tabela 10 e Figura 54, através dos totais das épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N que fevereiro, março e maio apresentaram os menores valores para QNPPF (mg/vaso) e os maiores valores em junho, agosto e setembro. O comportamento do primeiro corte nas diferentes épocas de aplicação do fertilizante marcado, Figura 55, acompanha o rendimento de matéria seca, Figura 14, o mesmo acontecendo para o segundo e terceiro corte, Figuras 15 e 56, 16 e 57.

Assim como para matéria seca, foram registrados menores valores para QNPPF (mg/vaso) no período de menor crescimento da planta, ou seja, pós-florescimento e maior alongação da planta (29.04.85 a 17.06.85) e correspondendo ao terceiro corte de fevereiro, segundo de março e primeiro de maio, associado a matéria seca, temos também o menor consumo de água, Tabela 5.

As Figuras 58, 59, 60, 61, 62 e 63, apresentam os gráficos obtidos através de regressão polinomial para as seis épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N em relação aos três cortes subsequentes.

Tabela 10 - Quantidade de nitrogênio na planta proveniente do fertilizante, QNPPF (mg/vaso), no primeiro, segundo e terceiro corte após adubação com fertilizante- ^{15}N , nas diferentes épocas do ano.

Cortes	Épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N					
	Fevereiro	Março	Maio	Junho	Agosto	Setembro
	----- (mg/vaso) -----					
Primeiro	392,12bA	425,44aA	294,60dA	327,06cA	416,31abA	405,01abA
Segundo	75,18cB	28,15dB	96,40bcB	141,83aB	114,31bB	148,47aB
Terceiro	10,54bC	15,53bB	61,95aC	69,18aC	66,80aC	76,21aC
TOTAL	447,84c	469,12c	452,95c	538,07b	597,42a	629,69a

CV épocas = 4,91%

CV cortes = 8,86%

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas se referem às linhas e as maiúsculas às colunas.

Observa-se em todas as épocas, a tendência de queda do QNPPF do primeiro para o terceiro corte, sendo que nas épocas de fevereiro e março essa queda foi muito mais pronunciada.

Figura 53 - Quantidade de nitrogênio na planta proveniente do fertilizante QNPFF (mg/vaso) nos três cortes após adubação com fertilizante ^{15}N nas diferentes épocas do ano.

Figura 54 - QNPFF (mg/vaso) totalizando os 3 cortes nas diferentes épocas de adubação com fertilizante ^{15}N .

Figura 55 - Gráfico para as épocas dentro do primeiro corte, QNPPF (mg/va so).

Figura 56 - Gráfico para as épocas dentro do segundo corte, QNPPF (mg/va so).

Figura 57 - Gráfico para as épocas dentro do terceiro cortes, QNPPF(mg/vaso).

Figura 58 - Gráfico para a época de adubação de fevereiro mostrando os três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N , QNPPF (mg/vaso).

Figura 59 - Gráfico para a época de adubação de março mostrando os três cortes após adubação com fertilizante $-^{15}\text{N}$, QNPPF (mg/vaso).

Figura 60 - Gráfico para a época de adubação de maio mostrando os três cortes após adubação com fertilizante $-^{15}\text{N}$, QNPPF (mg/vaso).

Figura 61 - Gráfico para a época de adubação de junho mostrando os três cortes após adubação com fertilizante ^{15}N , QNPPF (mg/vaso).

Figura 62 - Gráfico para a época de adubação de agosto mostrando os três cortes após adubação com fertilizante ^{15}N , QNPPF (mg/vaso).

Figura 63 - Gráfico para a época de adubação de setembro mostrando os três cortes após adubação com fertilizante ^{15}N , QNPPF (mg/vaso).

4.3.5. Recuperação do fertilizante nitrogenado-R (%)

Na Tabela 11 são apresentados os dados de R(%) no primeiro, segundo e terceiro corte, após adubação com fertilizante ^{15}N , nas diferentes épocas do ano. A Figura 64 ilustra o comportamento do R (%) dos três cortes nas diferentes épocas de adubação com fertilizante ^{15}N . As Figuras 65, 66 e 67 apresentam os gráficos obtidos através de regressão polinomial entre épocas de adubação com fertilizante ^{15}N e os respectivos cortes, primeiro, segundo e terceiro.

Observa-se das Figuras 65, 66 e 67 a mesma tendência do QNPPF, Figuras 55, 56 e 57, alta recuperação para o primeiro corte nas primeiras épocas de adição de fertilizante ^{15}N , caindo em maio e junho, com crescimento para as outras épocas. Analisando-se a recuperação total para os três cortes, em cada época, nota-se uma variação de 45 a 62%, sendo as menores recuperações observadas nas adubações feitas em março e maio, e as maiores em fevereiro, junho, agosto e setembro, sendo essa última a maior.

Tabela 11 - Percentagem da recuperação do fertilizante nitrogenado R (%), no primeiro, segundo e terceiro corte após adubação com fertilizante- ^{15}N , nas diferentes épocas do ano.

Cortes	Épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N					
	Fevereiro	Março	Maio	Junho	Agosto	Setembro
	----- (%) -----					
Primeiro	49,01 aA	42,55 bA	29,46 dA	32,71 cA	41,63 bA	40,50 bA
Segundo	9,39 cB	2,82 dB	9,64 bB	14,18 aB	11,43 bB	14,84 aB
Terceiro	1,31 bC	1,55 bC	6,19 aC	6,92 aC	6,68 aC	7,62 aC
TOTAL	59,71 b	46,92 c	45,29 c	53,81 b	59,74 b	62,96 a

CV épocas = 2,53%

CV cortes = 4,48%

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas se referem às linhas e as maiúsculas às colunas.

Deve-se ressaltar que o R (%) residual aumentou a partir da adubação com fertilizante- ^{15}N feita em maio sendo observado baixo R (%) residual para fevereiro e março. Assim como foi observado para rendimento de matéria seca, os menores resultados de R (%) foram observados no período de 29.04.85 a 17.06.85 correspondendo ao terceiro corte da adubação com fertilizante- ^{15}N feita em fevereiro, segunda de março e primeira de maio, associado ao R (%) temos também QNPPF, Tabela 10, temperatura, Tabela 4, e consumo de água, Tabela 5, sendo este um período de pós-florescimento e maior elongação da planta.

Figura 64 - Recuperação do fertilizante nitrogenado R (%) nos três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N nas diferentes épocas do ano.

Figura 65 - Gráfico para as épocas dentro do primeiro corte R(%). Dados observados transformados segundo arco seno da raiz de X/100.

Figura 66 - Gráfico para as épocas dentro do segundo corte, R(%). Dados observados transformados segundo arco seno da raiz de X/100.

Figura 67 - Gráfico para as épocas dentro do terceiro corte, R(%). Dados observados transformados segundo arco seno da raiz de X/100.

As Figuras 68, 69, 70, 71, 72 e 73 apresentam os gráficos obtidos através da regressão polinomial para as seis épocas de adubação com fertilizante-¹⁵N em relação aos três cortes, observando que, em todas as épocas, o R decresce do primeiro para o terceiro corte, sendo essa queda mais acentuada nas épocas de aplicação de fertilizante-¹⁵N correspondente a fevereiro e março.

Figura 68 - Gráfico para a época de adubação de fevereiro mostrando os três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N , R(%). Dados observados transformados segundo arco seno da raiz de $X/100$.

Figura 69 - Gráfico para a época de adubação de março mostrando os três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N , R(%). Dados observados transformados segundo arco seno da raiz de $X/100$.

Figura 70 - Gráfico para a época de adubação de maio mostrando os três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N , R(%). Dados observados transformados segundo arco seno da raiz de X/100.

Figura 71 - Gráfico para a época de adubação de junho mostrando os três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N , R(%). Dados observados transformados segundo arco seno da raiz de X/100.

Figura 72 - Gráfico para a época de adubação de agosto mostrando os três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N , R(%). Dados observados transformados segundo arco seno da raiz de $X/100$.

Figura 73 - Gráfico para a época de adubação de setembro mostrando os três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N , R(%). Dados observados transformados segundo arco seno da raiz de $X/100$.

4.3.6. Relação entre matéria seca e nitrogênio acumulado

Na Figura 74 são apresentados os dados de relação entre matéria seca e nitrogênio acumulado encontrados no primeiro, segundo e terceiro corte após aplicação de fertilizante- ^{15}N , nas diferentes épocas do ano.

A Figura 75 ilustra a relação matéria seca e nitrogênio acumulado, somado os três cortes, nas diferentes épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N , onde se nota nas épocas de agosto e setembro uma menor eficiência em produzir matéria seca por unidade de nitrogênio presente na planta. Uma explicação para este fato pode ser as altas taxas de nitrogênio que receberam os vasos adubados com fertilizante- ^{15}N nas épocas de agosto e setembro. Esta característica de reduzir a produção de matéria seca por unidade de nitrogênio recuperado em função de elevadas taxas de nitrogênio, também foi observado por MOLL et alii (1982) e KAMPRATH et alii (1982), quando trabalharam com milho fertilizado com duas doses de nitrogênio, e três doses respectivamente. Outro fator limitante na produção de matéria seca pode ser o fato das plantas estarem confinadas em vasos, que limita o crescimento das raízes.

Figura 74 - Relação entre matéria seca e nitrogênio acumulado encontrado no primeiro, segundo e terceiro corte após adubação com fertilizante- ^{15}N .

Figura 75 - Relação entre matéria seca e nitrogênio acumulado, somando-se os três cortes, após adubação com fertilizante- ^{15}N .

4.3.7. Relação entre matéria seca acumulada até a época de aplicação de fertilizante- ^{15}N em função do nitrogênio total aplicado

A Figura 83, apresenta a relação entre a matéria seca acumulada até a época de aplicação de fertilizante- ^{15}N em função do nitrogênio total aplicado. As Figuras 76 e 77 apresentam gráficos obtidos através de regressão polinomial para o primeiro e segundo corte em função das diferentes épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N , observando-se uma queda tanto para o primeiro como para o segundo corte. Essa queda da relação de matéria seca acumulada em função do nitrogênio aplicado pode ser melhor visualizada nas Figuras 78, 79 e 80. A relação elevada nos dois primeiros cortes da época de adubação de fevereiro, Figura 78, pode ter explicação no fato das plantas estarem em época de temperatura favorável, apresentando grande desenvolvimento e um melhor aproveitamento do nitrogênio proveniente do fertilizante (NPPF, Figura 43), e melhor recuperação do fertilizante (R, Figura 81), contudo, para as épocas finais de aplicação de fertilizante- ^{15}N , essa relação se estabiliza enquanto que o R (%) tem um comportamento diferente, aumentando de valor. Essa fase de crescimento vigoroso pode ser visualizada na Figura 82, onde os totais de número de meristema apical eliminado mostra valores elevados para a época de adubação de fevereiro.

Figura 76 - Gráfico para a relação entre matéria seca acumulada e total de nitrogênio aplicado para as épocas dentro do primeiro corte.

Figura 77 - Gráfico para a relação entre matéria seca acumulada e total de nitrogênio aplicado para as épocas dentro do segundo corte.

Figura 78 - Gráfico para a relação entre matéria seca acumulada e total de nitrogênio aplicado para a época de adubação fevereiro mostrando os três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N .

Figura 79 - Gráfico para a relação entre matéria seca acumulada e total de nitrogênio aplicado para a época de adubação de março, mostrando os três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N .

Figura 80 - Gráfico para a relação entre matéria seca acumulada e total de nitrogênio aplicado para a época de adubação de maio, mostrando os três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N .

Figura 81 - Totais dos três cortes para R (%), nas diferentes épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N .

Figura 82 - Totais dos três cortes para meristema apical eliminado, nas diferentes épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N .

Essa relação, no entanto, não se apresenta como um parâmetro satisfatório para medir a recuperação do nitrogênio fertilizante, assim como não o são também o nitrogênio total e a percentagem de nitrogênio, pois observando-se as Figuras 84 e 85, que apresentam respectivamente os totais dos três cortes para percentagem de nitrogênio e nitrogênio total nas diferentes épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N e a Figura 81 R(%), nota-se que para a época de aplicação de fertilizante- ^{15}N em fevereiro o nitrogênio acumulado e a percentagem de nitrogênio apresentam os menores valores e a relação matéria seca acumulada em função do nitrogênio total aplicado, R (%), NPPF (%), apresentaram valores elevados. Contudo, nas épocas

de adubação em junho, agosto e setembro, enquanto a relação matéria seca acumulada em função do nitrogênio total aplicado cai ligeiramente e se estabiliza, apresentando os menores valores, a recuperação do adubo nitrogenado, está crescendo e apresenta os maiores valores, assim acontecendo com nitrogênio acumulado e a percentagem de nitrogênio da planta, Figuras 84 e 85.

TRIVELIN et alii, 1984 em trabalho realizado com cana-de-açúcar, aplicando uréia marcada via foliar, e outras observações realizadas, com relação ao mesmo tema, CARVALHO et alii, 1983 e TRIVELIN et alii, 1983, não indicam os teores de nitrogênio acumulado como bom parâmetro de avaliação da recuperação da adubação nitrogenada foliar.

Figura 83 - Relação matéria seca acumulada em função do nitrogênio total aplicado, somado os três cortes, nas diferentes épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N .

Figura 84 - Totais dos três cortes para porcentagem de nitrogênio nas diferentes épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N .

Figura 85 - Totais dos três cortes para nitrogênio acumulado, nas diferentes épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N .

4.4. RESULTADOS FENOLÓGICOS

4.4.1. Número de perfilhos por vaso

Na Tabela 12, são apresentados os dados de número de perfilhos por vaso encontrado no primeiro, segundo e terceiro corte, após adubação com fertilizante- ^{15}N nas diferentes épocas. A Figura 86 ilustra os dados tabulados mostrando um aumento no número de perfilhos até a terceira época de aplicação do fertilizante- ^{15}N , apresentando nessa oportunidade, cerca de 82 perfilhos por vaso e estabilizando-se até a sexta época.

Tabela 12 - Número de perfilhos por vaso, encontrados no primeiro, segundo e terceiro corte após adubação com fertilizante- ^{15}N , nas diferentes épocas.

Cortes	Épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N					
	Fevereiro	Março	Maio	Junho	Agosto	Setembro
	----- (nº de perfilhos/vaso) -----					
Primeiro	18,28 cC	24,30 cC	69,16 bC	92,93 aA	86,05 aA	90,53 aA
Segundo	25,53 cB	67,73 bB	93,78 aA	80,51 abB	89,05 aA	82,68 abB
Terceiro	68,43 bA	98,80 aA	83,85 abB	85,08 aB	87,60 aA	83,09 abB
TOTAL	112,24 c	190,83 b	246,79 a	258,52 a	262,70 a	256,30 a

CV épocas = 5,39%

CV cortes = 3,46%

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas se referem às linhas e as maiúsculas às colunas

Figura 86 - Número de perfilhos por vaso nos três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N nas diferentes épocas do ano.

A Figura 87 mostra o número total de perfilhos dos três cortes nas diferentes épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N , observando o crescimento do número de perfilhos até maio, com posterior estabilização. Tal fato pode provavelmente estar ligado a uma limitação física promovida pelo vaso utilizado.

A Figura 88, traz o gráfico obtido através de regressão polinomial para o primeiro corte após adubação com fertilizante- ^{15}N nas diferentes épocas, mostrando o perfilhamento inicial e a estabilização posterior.

Figura 87 - Totais dos três cortes para número de perfilhos observados, nas diferentes épocas de adubação com fertilizante-¹⁵N.

Figura 88 - Gráfico para o número de perfilhos para o primeiro corte nas diferentes épocas de adubação com fertilizante-¹⁵N. Dados observados transformados segundo raiz de $X + 0,5$.

4.4.2. Número de meristema apical eliminado por vaso

Na Tabela 13 são apresentados os dados observados de meristema apical eliminado, no primeiro, segundo e terceiro corte após adubação com fertilizante- ^{15}N e a Figura 89, ilustra os dados tabulados, onde pode-se observar picos e baixos valores para meristema apical eliminado.

Tabela 13 - Número de meristema apical eliminado, por vaso, encontrados no primeiro, segundo e terceiro corte após adubação com fertilizante- ^{15}N , nas diferentes épocas.

Cortes	Épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N					
	Fevereiro	Março	Maio	Junho	Agosto	Setembro
	----- (M.A.E./vaso) -----					
Primeiro	5,32 bB	12,48 aA	0,23 dB	1,03 cdB	2,99 bcA	2,45 bcA
Segundo	13,88 aA	0,13 cB	3,47 bA	4,73 bA	2,42 bA	1,74 bcA
Terceiro	0,39 aC	0,97 aB	2,56 aA	2,39 aAB	1,23 aA	2,13 aA
TOTAL	19,60 a	13,58 ab	6,26 b	8,15 b	6,64 b	6,32 b

CV épocas = 18,55%

CV corte = 27,50%

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas se referem às linhas e as maiúsculas às colunas.

Figura 89 - Número de meristema apical eliminado por vaso nos três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N nas diferentes épocas do ano.

Tais picos apresentam fases de grande desenvolvimento, onde a planta eleva o meristema apical e este é eliminado com o corte ou pastejo. Juntamente com os picos, observamos valores elevados para rendimento de matéria seca, nitrogênio acumulado, QNPPF, R(%), e temperaturas elevadas no período, cujas observações foram feitas na época de adubação com fertilizante- ^{15}N de fevereiro (segundo corte), março (primeiro corte), e junho (segundo corte).

Para os valores baixos de meristema apical eliminado, fase de pequeno crescimento, temos observado também, baixos valores de consumo de água, rendimento de matéria se-

ca, nitrogênio acumulado, QNPPF, R(%) e as menores temperaturas no período.

No pico de meristema apical eliminado, referente a época de adubação com fertilizante-¹⁵N em fevereiro (segundo corte), e março (primeiro corte), Figura 89, coincidiram com o florescimento da planta, quando apresentaram, em média, 5 perfilhos reprodutivos por vaso. Tal fato pode ser confirmado na literatura onde PEDREIRA, 1975a estudando o hábito de crescimento do colônio, determinou que até 10 de maio já haviam emergido 73% das inflorescências, precedendo um período de baixa intensidade de crescimento, que pode ser observado na Figura 89 no terceiro corte de fevereiro, segundo de março e primeiro de maio, sendo que em junho já se observa sinais de retomada de crescimento, com um pico no segundo corte da época de adubação com fertilizante-¹⁵N de junho. Este fato tem confirmação na literatura, quando PEDREIRA, 1975b estudou os hábitos de perfilhamento do capim colônio.

PEDREIRA, 1973 aponta também, a temperatura como fator limitante de crescimento, onde em condições de campo, as taxas mínimas de crescimento foram observadas sob temperaturas diárias de 9,8 a 10,8°C e as maiores taxas ocorrendo na faixa de temperatura de 28,6 a 29,8°C sendo apontado como bom parâmetro para medir tais diferenças o rendimento de matéria seca.

As Figuras 90 e 91 apresentam os gráficos obtidos através de regressão polinomial, respectivamente para o primeiro e segundo corte nas diferentes épocas de adubação com fertilizante ^{15}N , mostrando os picos e os menores valores de meristema apical eliminado. As Figuras 92 e 94, mostram respectivamente os picos para o segundo corte de fevereiro e segundo de junho. A Figura 93, mostra o menor valor para meristema apical eliminado, época de adubação com fertilizante ^{15}N de março.

Figura 90 - Gráfico para número de meristema apical eliminado, para o primeiro corte nas diferentes épocas de adubação com fertilizante ^{15}N . Dados observados transformados segundo raiz de $X + 0,5$.

Figura 91 - Gráfico para meristema apical eliminado para o segundo corte nas diferentes épocas de adubação com fertilizante- ^{15}N . Dados observados transformados segundo raiz de $X + 0,5$.

Figura 92 - Gráfico para meristema apical eliminado para fevereiro nos três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N . Dados observados transformados segundo raiz de $X + 0,5$.

Figura 93 - Gráfico para meristema apical eliminado para março nos três cortes após adubação com fertilizante $-^{15}\text{N}$. Dados observados transformados segundo raiz de $X + 0,5$.

Figura 94 - Gráfico para meristema apical eliminado para junho nos três cortes após adubação com fertilizante $-^{15}\text{N}$. Dados observados transformados segundo raiz de $X + 0,5$.

5. CONCLUSÕES

1. A maior recuperação (%), total para os três cortes após adubação com fertilizante- ^{15}N , foi observada em fevereiro, junho, agosto e setembro, sendo respectivamente 59,71; 53,81; 59,74 e 62,69%.

2. O efeito residual do nitrogênio, observado no segundo e terceiro corte após adubação com fertilizante- ^{15}N , foi maior em junho, agosto e setembro, sendo respectivamente, 21,0; 18,11 e 22,47%.

3. O crescimento da planta foi reduzido no período de pós-florescimento, sendo o rendimento de matéria seca um bom parâmetro para tal estimativa.

4. O teor de nitrogênio acumulado, relação entre matéria seca em função do nitrogênio acumulado após adubação com fertilizante- ^{15}N e relação entre matéria seca acumulada em

função do nitrogênio total aplicado, não fornecem evidências seguras para estimativas da recuperação do fertilizante nitrogenado aplicado.

5. Na prática, em função das condições em que realizou-se este estudo, as adubações nitrogenadas são melhor aproveitadas quando feitas em fevereiro, junho, agosto e setembro.

6. A adubação nitrogenada feita após cada corte aumenta o nitrogênio acumulado e conseqüentemente o teor de proteína bruta.

6. LITERATURA CITADA

- ADEGBOLA. A.A.; A. ADEPOJU, 1983. Pasture research in the wet and dry tropics of Nigeria with particular reference to isotope applications. In: Nuclear Techniques in Improving Pasture Management. Viena, International Atomic Energy Agency, p.93-108.
- ALLISON, F.E., 1966. The fate of nitrogen applied to soils. Advances in Agronomy. New York, 18: 219-258.
- BARTHOLOMEW, W.V.; L.B. NELSON, C.H. WERKMAN, 1950. The use of nitrogen isotope ^{15}N in field studies with oats. Agron. J. Madison, 42: 100-103.
- BLUE, W.G., 1970. Fertilizer nitrogen uptake by pensacola Bahiagrass (*Paspalum notatum* L.) from leon fine sand a Spodosol. Proc. 11th. Inter. Grassl. Congr., Surters Paradise, p.189-192.
- BREMNER, J.M., 1965a. Total nitrogen. In: BLACK, C.A. et alii, eds. Methods of soil analysis, American Society of Agronomy, Madison, 2: 1149-1178.

- BREMNER, J.M., 1965b. Isotope ratio analysis of nitrogen in nitrogen-15. Tracer investigation. Part 2. American Soc. of Agronomy, Madison, Wisconsin, p.1256-1286.
- BROADBENT, F.E.; K.B. TYLER, 1962. Laboratory and greenhouse investigations of nitrogen immobilization. Soil Sci. Soc. Am. Proc. Madison, Wisconsin, 26: 459-462.
- CALVACHE, A.M.; P.L. LIBARDI; K. REICHARD, 1982. Utilização do nitrogênio fertilizante por dois híbridos de milho. Fundação Cargill, Campinas, SP. 66p.
- CAJA, J.L., 1967. Efficiency of the stable isotope ^{15}N for determining nitrogen in maize. Boln. Etoc. Exp. Agr. c., La Molina, 18: 32p.
- CANDY, F.B.; W.V. BARTOLOMEW, 1960. Greenhouse recovery at added tracer nitrogen. Soil Sci. Soc. of N. Car. N. 3: 44-54.
- CARO-COSTAS, R.; J. VICENT-CHANDLER; J. FIGARELLA, 1960. The yields and composition of five grasses growing in the humid mountains of Puerto Rico, as affected by nitrogen fertilization, season, and harvest procedures. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. Porto Rico, 44: 107-120.
- CARRIEL, J.M.; J.V.S. PEDREIRA; H.B. MATTOS, 1979. Estimativa de ocorrência dos principais capins no Estado de São Paulo. Zootecnia, SP, 17(1): 5-26.

CARTER, J.N.; O.L. BENNETT; R.W. PEARSON, 1967. Recovery of fertilizer nitrogen under field conditions using nitrogen-15. Proc. Soil Sci. Soc. Am. Madison, 31: 50-56.

CARVALHO, J.G.; P.C.O. TRIVELIN; A. DA SILVA; A. PRIMAVESI; E. CAMACHO; I. EIMORI; M. GUILHERME, 1983. Absorção e translocação de uréia aplicado por via foliar em cana-de-açúcar, em função do tempo. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Resumo, Campinas, p.67.

CHAN, Y.; T. WENG, 1983. Use of ^{15}N to study the efficacy of nitrogen for sugarcane, nitrogen recovery on spring planting cane. Taiwan Sugar Research Institute, p.161-164.

CHENG, H.H.; J.M. BREMNER; A.P. EDWARDS, 1964. Variations of nitrogen-15 abundance in soil. Science, Washington, 146: 1574-1575.

CHO, C.M.; G. PROKSCH; A.C. CALDWELL, 1967. The effect of placement on the utilization of nitrogen by maize as determined by ^{15}N labelled ammonium sulphate. In: IEAE. Isotopes in Plant Nutrition and Physiology, Viena, p.47-53.

EDWARDS, A.P., 1973. Isotopic tracer techniques for identification of sources of nitrate pollution. Journal of Environmental Quality, Madison, Wisconsin, 2: 382-387.

FRIED, M.; R.J. SOPER; H. BROESHART, 1975. ^{15}N labelled single-treatment fertility experiments. Agr. J. Madison. Wisconsin, 67: 393-396.

- HARRIS, W., 1973. Competition among pasture plants, 4 cutting frequency, nitrogen and phosphorus interations, and competition between two ryegrass cultivars. New Zealand Journal of Agricultural Research. New Zealand, 16: 399-413.
- HAUCK, R.D., 1971. Quantitative estimates of nitrogen-cycle processes concepts and review. In: Nitrogen-15 in soil-plant studies. Viena, International Atomyc Energy Agency, p.65-80.
- HAUCK, R.D., 1973. Nitrogen tracers in nitrogen cycle studies - Past use on future needs, Journal of Environmental Quality. Madison, Wisconsin, 2: 317-323.
- HAUCK, R.D.; J.M. BREMNER, 1976. Use of tracers for soil and fertilizer nitrogen research. Advances in Agronomy, New York, 28: 219-266.
- HENZELL, E.F.; MARTIN, A.E.; ROSS, P.J.; HAYDOCK, K.P., 1964. Isotopic studies on the uptake of nitrogen by pasture grasses. II. Uptake of fertilizers nitrogen by Rhodesgrass in pots. Austr. Jour. Agri. Res., Melbourne, 15: 876-884.
- HENZELL, E.F., 1971. Recovery of nitrogen from four fertilizers applied to Rhodesgrass in small plots. Austr. Jour. Exp. Agric. Anim. Husb., 11: 420-430.
- IAEA, 1970. Fertilizer management practices for maize: results of experiments with radio-isotopes, Viena Technical Reports, 121: 78p.
- IVANKO, S., 1972. Recent progress in the use of ^{15}N in research on nitrogen balance studies in soil plant relationships. In: IEAE. Isotope and radiation in soil-plant relationships including forestry. Viena, p.483-497.

- JANSSON, S.L., 1963. Balance sheet and residual effects of fertilizers nitrogen in a 6 year study with ^{15}N . Soil Science, New Brunswick, 95: 31-37.
- KAMPRATH, E.J.; R.H. MOLL; N. RODRIGUEZ, 1982. Effects of nitrogen fertilization and recurrent selection on performance of hybrid populations of corn. Agr. J., Madison, 74(6): 455-458.
- KAINDL, D.; E. HAUNOLD, 1965. The uptake of ^{15}N labelled nitrogen fertilizer by maize in pot and field experiments. Land wirtl Forsch., 19: 140-144.
- KOHL, D H.; G.B. SHEARER, B. COMMONER, 1971. Fertilizer nitrogen contribution to nitrate in surface water in a corn belt watershed. Science. Washington, 174: 1331-1334.
- LATKOVICS, G.; F. MATE, 1968. Investigation on the nitrogen and phosphorus uptake by young maize plants, by means of two-fold labelling. Agrokem. Talajt. 17: 363-368.
- LEEG, J.O.; F.E. ALLISON, 1959. Recovery of ^{15}N tagged nitrogen from ammonium fixing soils. Soil Sci. Soc. of Am. Proc. Madison, 23: 131-134.
- LEEG, J.O.; G. STANFORD, 1967. Utilization of soil and fertilizer N by oats in relation to the available N status of soils. Soil Sci. Soc. of Am. Proc., Madison, 31: 215-219.
- LIBARDI, P.L.; K. REICHARDT, 1978. Destino da uréia aplicada a um solo tropical. Rev. Bras. Ci. Solo. Campinas, 2: 40-44.

- LITTLE, S.; J. VICENTE; F. ABRUNHÃ, 1959. Yield and protein content of irrigated napiergrass, guineagrass and pangola grass as affected by nitrogen fertilization. Agr. J., Washington, 51: 111-113.
- LOW, A.J.; F.J. PIPER, 1956. Nitrogen, sulphur and carbon uptake from some nitrogenous fertilizers using ^{15}N , ^{33}S and ^{13}C as tracers. Journal of Agricultural Science, London, 49: 56-59.
- MACVICAR, R.; W.L. GARMAN, R. WALL, 1951. Studies on nitrogen fertilizer utilization using ^{15}N . Soil Sci. Soc. Am. Proc. Madison, Wisconsin, 15: 265-268.
- MARTIN, A.E.; E.F. HENZELL; P.J. ROSS; K.P. HAYDOC, 1963. Isotopic studies on the uptake of nitrogen by pasture grasses. I. Recovery of fertilizer nitrogen from the soil; Plant system using Rhodes grass in pots. Austr. J. Soil Res. Victoria, 1: 169-184.
- MEIRELES, N.M.F.; P.L. LIBARDI; K. REICHARDT, 1980. Absorção e lixiviação de nitrogênio em cultura de feijoeiro, *Phaseolus vulgaris* (Rosinha). R. Bras. Ci. Solo, Campinas, 4: 83-88.
- MOLL, R.H.; E.J. KAMPRATH; W.A. JACKSON, 1982. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. Agr. J. Madison, 74(3): 562-564.

MURAOKA, T.; J.P. OLIVEIRA; A.E. BOARETTO; R.L. VICTÓRIA, 1984. Efeitos da aplicação foliar de uréia e da adubação no solo de sulfato de amônio e uréia na produção e aproveitamento do N pelo feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Anais do Seminário Regional sobre técnicas Nucleares na Produção de plantas Agrícolas. OEA, CENA/USP, p.211-216.

NEPTUNE, A.M.L.; T. MURAOKA, 1978. Aplicação de uréia - ^{15}N em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade Carioca. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 2: 51-55.

NORMAN, A.G.; C.H. WERKMAN, 1943. The use of nitrogen isotope ^{15}N in determining nitrogen recovery from plants materials decomposing in soil. J. of Am. Soc. Agr., Madison, Wisconsin, 35: 1023-1025.

PATRICK, W.H.; R.D. DELAUNE; F.J. PETERSON, 1974. Nitrogen utilization by rice using ^{15}N -depleted ammonium sulphate. Agr. J., Madison, Wisconsin, 66: 819-920.

PEDREIRA, J.V.S., 1973. Crescimento estacional dos capins colônia (*Panicum maximum* Jacq.), gordura (*Melinis minutiflora* Pau de Beauve), jaraguá (*Hiparrhenia rufa* (Ness) Stapf) e pangola de Taiwan A-24 (*Digitaria pentzii* Stemp.) Boletim da Indústria Animal. São Paulo, 30 (1): 59-145.

PEDREIRA, J.V.S., 1975a. Hábitos de florescimento do capim colônia, *Panicum maximum* Jacq. Boletim da Indústria Animal. São Paulo, 32(1): 115-121.

PEDREIRA, J.V.S., 1975b. Hábitos de perfilhamento de capim colônia, *Panicum maximum* Jacq. Boletim da Indústria Animal. São Paulo, 32(1): 111-114.

- PROKSCH, G., 1969. Routine analysis of ^{15}N in plant material by mass-spectrometry. Plant and Soil. The Hague, 31(2): 380-384.
- RANZANI, G.; O. FREIRE; T. KINJO, 1966. Levantamento da carta de solos do município de Piracicaba. Piracicaba, ESALQ/USP. 85p.
- REICHARDT, K.; P.L. LIBARDI; R.L. VICTÓRIA; G.P. VIEGAS, 1979. Dinâmica do nitrogênio num solo cultivado com milho. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 3: 17-20.
- ROBSON, M.J., 1969. The chancing tiller population of spaced plants of S.170 tall fescue (*Festuca arundinacea*). J. Appl. Ecol., 5(3): 575-590.
- SINGH, R.D.; B.N. CHATTERJEE, 1965. Tillering of perennial grasses in the tropics in India. IX International Grassland Congress, São Paulo, (2): 1074-1079.
- SMIRNOV, P.M.; D. VUIFSIK-VOIT KONYAK; I.A. LAVROTA, 1967. Transformation of different forms of nitrogen fertilizers in the soil and their utilization by plants (data from experiments with ^{15}N). Izu. Timikyalev Sel'Skoknoz. Akad. 2: 85-89.
- SMITH, J.H.; J.O. LEEG; J.N. CARTER, 1963. Equipment on ^{15}N analysis of soil and plant material with the mass spectrometer. Soil Science. New Brunswick, 96: 313-318.

- STARR, J.L.; F.E. BROADBENT; P.R. SOUT, 1974. A comparison of ^{15}N -depleted and ^{15}N -enriched fertilizers as tracer. Soil Sci. Soc. Am. Proc. Madison, Wisconsin, 38: 266-267.
- TERMAN, G.L.; M.A. BROWN, 1968. Uptake of fertilizer and soil nitrogen by Ryegrass, as affected by carbonaceous residue. Soil Sci. Soc. Am. Proc., Madison, Wisconsin, 32: 83-90.
- TRIVELIN, P.C.O.; E.SALATI; E. MATSUI, 1973. Preparo de amostras para análise de ^{15}N por espectrometria de massa. Piracicaba, CENA/USP. 41p. (Boletim Técnico, nº 2).
- TRIVELIN, P.C.O.; E. MATSUI; J.T. COLETI, 1983. Absorção pela cana-de-açúcar da uréia aplicada por via aérea, considerando a ocorrência de chuvas a diferentes intervalos de tempo de aplicação. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Campinas. Resumos, p.67.
- TRIVELIN, P.C.O.; J.T. COLETI; W.A.R. CARA CABEZAS, 1984. Efeito residual da soqueira de cana-de-açúcar do nitrogênio da uréia aplicada por via foliar na cana-planta. Anais do Seminário Regional sobre Técnicas Nucleares na Produção de Plantas Agrícolas. OEA, CENA/USP, p.119-124.
- TYLER, K.B.; F.E. BROADBENT, 1958. Nitrogen uptake by ryegrass from three tagged ammonium fertilizers. Soil Sci. Soc. Am. Proc. Madison, Wisconsin, 22: 231-234.
- USBERTI FILHO, J.A., 1982. Tobiatã, novo cultivar de capim colômbio. Casa da Agricultura, CATI, 4: Separata.
- USDA, 1975. Soil survey staff soils taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Washington (Agricultural Handbook, 463). 754p.

VALLIS, I.; E.F. HENZELL; A.E. MARTIN; P.J. ROSS, 1973. Isotopic studies on the uptake of nitrogen by pasture plants, V. ^{15}N Balance Experiments in Field Microplots. Aust. J. of Agr. Res. Melbourne, 24: 693.

VICENT-CHANDLER, J.; R. CARO-COSTA; R.W. PEARSON; F. ABRUNA; J. FIGARELLA; S. SILVA, 1964. The intensive management of tropical forages in Puerto Rico. University of Puerto Rico. Estación Experimental de Agricultura de la Universidad de Puerto Rico (Boletín 167).

WESTERMAN, R.L.; L.T. KURTZ, 1974. Isotopic and non isotopic estimations of fertilizer nitrogen uptake by Sudan-grass in field experiments. Soil Sci. Soc. of Am. Proc. Madison, 38: 107-109.