

DANUSA MEZZADRI DUSI

EFEITO DA ADIÇÃO DO POLÍMERO HIDRORRETENTOR NA  
EFICIÊNCIA DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NO CRESCIMENTO DE  
*Brachiaria decumbens* CV. BASILISK, EM DOIS DIFERENTES  
SUBSTRATOS.

Dissertação apresentada como parte dos requisitos  
à obtenção do título de Mestre pelo Curso de Pós-  
Graduação do Departamento de Solos e  
Engenharia Agrícola do setor de Ciências Agrárias  
da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Teixeira da Silva

Co-orientador: Prof. Dr. Celso Luiz Prevedello.

CURITIBA  
2005

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Eduardo Teixeira da Silva, pela orientação apoio e na realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Henrique Soares Koehler, pela grande ajuda no desenvolvimento das análises estatísticas realizadas.

Aos demais prof. Do setor de Solos e Engenharia agrícola pela amizade e conhecimentos transmitidos durante o curso.

A funcionária Maria Emilia do laboratório de fitotecnia – UFPR, pela atenção.

A empresa CONSPIZZA HIDROSSEMEADURA E CONSULTORIA AMBIENTAL LTDA, pelo fornecimento dos materiais, os insumos e produtos para a realização do experimento, ao Sr. Ângelo Pizzato, pelos conhecimentos práticos em agronomia, adquiridos ao longo dos anos. Aos demais funcionários pela colaboração e ajuda na implantação do experimento.

Aos familiares, e principalmente aos meus pais Diogenes Dusi e Noeli Mezzadri Dusi, pelo amor, incentivo e apoio durante minha vida e principalmente durante o período de estudo.

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>i</b>
<b>SUMÁRIO.....</b>	<b>ii</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ix</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1 POLÍMERO.....	4
2.1.1 Polímero Hidrorretentor e Interação com Cátions e ânions. ....	7
2.1.2 Polímero Hidrorretentor no Sistema Solo-Planta.....	11
2.2 NITROGÊNIO.....	14
2.2.1 Dinâmica do Nitrogênio no Solo.....	16
2.2.2 Adição de Nitrogênio ao sistema Solo - planta.....	16
2.2.3 Perdas de Nitrogênio do solo.....	23
2.2.4 Nitrogênio e as Gramíneas.....	25
2.3 <i>Brachiaria decumbens</i> .....	30
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>33</b>
3.1 ÁREA EXPERIMENTAL.....	33
3.2 CONDUÇÃO DO TRABALHO EXPERIMENTAL.....	34
3.2.1 Procedimentos metodológicos.....	34
3.2.2 Substratos.....	35
3.2.2.1 Substrato 1 - Cambissolo Háplico Distrófico.....	35
3.2.2.2 Substrato 2 -Terra Preta.....	36
3.2.3 Aplicação do Calcário.....	37
3.2.4 Dosagem e Aplicação de Nitrogênio.....	37
3.2.5 Dosagem e Aplicação de Polímero hidrorretentor.....	38
3.2.6 Aplicação de Fertilizante Fósforo e Potássio.....	38
3.2.7 Semente da <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk.....	39
3.2.8 Irrigação.....	39
3.3 AVALIAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	39
3.3.1 Amostragem da Parte aérea.....	40
3.3.2 Amostragem do Sistema Radicular.....	40
3.3.3 Determinação da Altura.....	40
3.3.4 Determinação da Massa Seca.....	41
3.3.5 Determinação do Nitrogênio Foliar.....	41

3.3.6	Determinação da Eficiência da Utilização do Nitrogênio.....	41
3.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	41
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>42</b>
4.1	PARÂMETROS DE CRESCIMENTO das plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk PARA O SUBSTRATO 1.....	42
4.1.1	Altura das plantas.....	42
4.1.2	Massa Seca foliar.....	45
4.2	DETERMINAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DO NITROGÊNIO pelas plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk PARA O SUBSTRATO 1.....	49
4.3	TEOR DE NITROGÊNIO FOLIAR das plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk PARA O SUBSTRATO 1.....	50
4.4	MASSA SECA RADICULAR das plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk PARA O SUBSTRATO 1.....	54
4.5	PARÂMETROS DE CRESCIMENTO das plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk PARA O SUBSTRATO 2.....	57
4.5.1	Altura das plantas.....	57
4.5.2	Massa Seca foliar.....	59
4.6	EFICIÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DO NITROGÊNIO das plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk PARA O SUBSTRATO 2.....	62
4.7	TEOR DE NITROGÊNIO FOLIAR das plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk PARA O SUBSTRATO 2.....	63
4.8	MASSA SECA RADICULAR das plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk PARA O SUBSTRATO 2.....	65
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>68</b>
<b>6</b>	<b>RECOMENDAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>69</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>70</b>
	<b>ANEXO .....</b>	<b>78</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1:</b> Dosagens dos tratamentos utilizados no trabalho experimental.....	35
<b>TABELA 2:</b> Análise química do Substrato 1.....	36
<b>TABELA 3:</b> Análise química do Substrato 2.....	37
<b>TABELA 4:</b> Altura das plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> (cm) em função da interação polímero nitrogênio(g) e da época de amostragem.....	42
<b>TABELA 5:</b> Médias da massa seca foliar (ton ha <sup>-1</sup> ) das plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk, nas três épocas de amostragem.....	46
<b>TABELA 6:</b> Incremento e eficiência na utilização do nitrogênio, para as três épocas de amostragem das plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> para a adição de polímero hidrorretentor e nitrogênio no substrato 1.....	50
<b>TABELA 7:</b> Teor de nitrogênio total nas plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> (g/Kg) em função da interação polímero nitrogênio(g) e da época de amostragem.....	52
<b>TABELA 8:</b> Efeito da adição de polímero hidrorretentor, na massa seca radicular nas diferentes doses de nitrogênio em plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> nas três épocas distintas de amostragem.....	55
<b>TABELA 9:</b> Médias originais da altura das plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> , aos 150 dias de idade, em função da interação polímero e nitrogênio (cm).....	57
<b>TABELA 10:</b> Média original da massa seca das plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> , aos 150 dias de idade, em função da interação polímero e nitrogênio (valores em ton/ha).....	60
<b>TABELA 11:</b> Eficiência na utilização do nitrogênio, aos 150 dias de idade das plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> para a adição de polímero hidrorretentor e nitrogênio no Substrato 2.....	63
<b>TABELA 12:</b> Teores de nitrogênio total nas plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> (g/Kg) em função da interação polímero nitrogênio(g), aos 150 dias do ciclo.....	64
<b>TABELA 13:</b> Médias originais da massa seca radicular das plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> (ton/vol de solo) em função da interação polímero nitrogênio, aos 150 dias do ciclo.....	66
<b>TABELA 14:</b> Análise de variância dos dados sobre altura foliar das plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk, aos 30 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, para o substrato 1.....	78
<b>TABELA 15:</b> Análise de variância dos dados sobre altura foliar das plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk, aos 90 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, para o substrato 1.....	78

<b>TABELA 16:</b> Análise de variância dos dados sobre altura foliar das plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk, aos 150 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, para o substrato 1.....	78
<b>TABELA 17:</b> Análise de variância dos dados sobre massa seca foliar das plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk, aos 30 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, para o substrato 1.....	79
<b>TABELA 18:</b> Análise de variância dos dados sobre massa seca foliar das plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk, aos 90 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, para o substrato 1.....	79
<b>TABELA 19:</b> Análise de variância dos dados sobre massa seca foliar das plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk, aos 150 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, para o substrato 1.....	79
<b>TABELA 20:</b> Análise de variância dos dados sobre nitrogênio total foliar das plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk, aos 30 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, para o substrato 1.....	80
<b>TABELA 21:</b> Análise de variância dos dados sobre nitrogênio total foliar das plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk, aos 90 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, para o substrato 1.....	80
<b>TABELA 22:</b> Análise de variância dos dados sobre nitrogênio total foliar das plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk, aos 150 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, para o substrato 1.....	80
<b>TABELA 23:</b> Análise de variância dos dados sobre massa seca radicular das plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk, aos 30 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, para o substrato 1.....	81
<b>TABELA 24:</b> Análise de variância dos dados sobre massa seca radicular das plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk, aos 90 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, para o substrato 1.....	81
<b>TABELA 25:</b> Análise de variância dos dados sobre massa seca radicular das plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk, aos 150 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, para o substrato 1.....	81
<b>TABELA 26:</b> Análise de variância dos dados sobre altura foliar das plantas de <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk, aos 150 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, para o substrato 2.....	82

- TABELA 27:** Análise de variância dos dados sobre massa seca foliar das plantas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, aos 150 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, para o substrato..... 82
- TABELA 28:** Análise de variância dos dados sobre nitrogênio total foliar das plantas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, aos 150 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, para o substrato..... 82
- TABELA 29:** Análise de variância dos dados sobre massa seca radicular das plantas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, aos 30 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, para o substrato..... 83

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b> Forma seca e hidratada do polímero hidrorretentor.....	5
<b>FIGURA 2:</b> Estrutura química do polímero.....	6
<b>FIGURA 3:</b> Ciclo do nitrogênio.....	18
<b>FIGURA 4:</b> Estufa climatizada, utilizada para a instalação do experimento.....	33
<b>FIGURA 5:</b> Disposição das unidades experimentais dentro do tratamento.....	34
<b>FIGURA 6:</b> Visão geral dos tratamentos dentro da área experimental.....	35
<b>FIGURA 7:</b> Detalhe da aplicação do polímero nos vasos.....	39
<b>FIGURA 8:</b> Comparativo da altura média por plantas , submetidas a diferentes doses de nitrogênio e polímero para as amostragem aos 30, 90 e 150 dias de idade.....	45
<b>FIGURA 9:</b> Comparativo da massa seca média por planta de <i>Brachiaria decumbens</i> , submetidas a diferentes doses de nitrogênio para a amostragem aos 30, 90 e 150 dias do ciclo.....	48
<b>FIGURA 10:</b> Comparativo do Nitrogênio total foliar médio por plantas , submetido a diferentes doses de nitrogênio e polímero para a amostragem aos 30, 90 e 150 dias de idades.....	53
<b>FIGURA 11:</b> Comparativo da massa seca radicular média por planta , submetidas a diferentes doses de nitrogênio para as três doses de polímero nas três épocas de amostragem.....	56
<b>FIGURA 12:</b> Comparativo, da altura média das plantas, entre o substrato 2 e substrato 1, aos 150 dias de idade.....	59
<b>FIGURA 13:</b> Comparativo da massa seca foliar média, entre o substrato 2 e substrato 1 aos 150 dias de idade.....	62
<b>FIGURA 14:</b> Comparativo do nitrogênio total foliar médio por plantas, entre substrato 1 e substrato 2 submetidos a diferentes doses de nitrogênio e polímero para a amostragem aos 150 dias de idade.....	65
<b>FIGURA 15</b> Comparativo da massa seca radicular média, entre o substrato 2 e substrato 1 aos 150 dias de idade.....	69

## RESUMO

Visando avaliar o efeito do polímero hidrorretentor associado à adubação nitrogenada, no crescimento e conteúdo de nitrogênio total foliar da *Brachiaria decumbens* Cv. Basilisk, em dois diferentes substratos: Substrato 1- Cambissolo Háplico distrófico, proveniente do município de Contenda – PR e substrato 2 – “terra preta”, solo utilizado pela empresa CONSPIZZA HIDROSSEMEADURA E CONSULTORIA AMBIENTAL LTDA., como matéria prima para a formulação substrato para plantio no processo de hidrossemeadura. A instalação foi em casa de vegetação climatizada, nas dependências da empresa CONSPIZZA, localizada no município de Curitiba-PR. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo os tratamentos três doses de polímero hidrorretentor (0, 2 e 4 g/Kg de solo) e três doses de nitrogênio (0, 100 e 200Kg/ha), aplicado na forma de uréia. Foram realizadas três amostragens ao longo do ciclo da planta, 30, 90 e 150 dias. Para cada amostragem avaliaram-se as alturas das plantas, massa seca total e seu teor de nitrogênio total, a eficiência na utilização do nitrogênio aplicado e a massa seca radicular. Com a incorporação do polímero hidrorretentor, associado à adubação nitrogenada a produção de massa seca foliar e radicular e a altura não foram prejudicados com a redução do nitrogênio à metade da dose ideal para a planta. Enquanto, para o conteúdo do n-total observou-se redução com a adição de doses crescentes de polímero. Os resultados foram semelhantes para os dois substratos, porem para o substrato 2 os resultados mostraram-se mais elevados.

PALAVRAS CHAVES: hidrogel, poliacrilamida, gramínea forrageira, *nitrogênio*.

## ABSTRACT

The research aims to analyze the effects of the hidroretentive polymer associated to nitrogen fertilization in the growth and total nitrogen foliar content of the *Bachiaria decumbens* Cv. Brasilisk in two different substrate: Substrate1 - Cambissolo Háplico distrófico from the city of Contenda – PR and Substrate 2 - “Black soil”, which is used by CONSPIZZA HYDROSEEDING AND ENVIROMENTAL CONSULTERS Co. as the main component of the hidroseeding process. The experiment took place in acclimatized greenhouse in the CONSPIZZA’s domain localized in Curitiba – PR. It was used the complete randomized experiment, with four repetitions. The treatment was: three doses of water-storing polymer (0,2 and 4 g/Kg of soil) and three doses of nitrogen (0, 100 and 200 Kg/ha) applied as urea. Three samples were collected during the plant cycle: 30, 90 and 150 days. For each sample, it was analyzed the plant’s height, total dry weight, total nitrogen content, the efficiency of the applied nitrogen use and the dry root system’s weight. The root system’s dry weight and the plant’s height were not affected with the 50% reduction of nitrogen in the plant. In other hand, the total N (n-result) content showed reduction as crescent doses of polymer were incorporated to the soil mixture. The results were the same in both soils. However, in relation to the substrate 2, the results increased.

Key words: Polymer, hydrogel, polyacrylamide, forage grass, nitrogen.

## 1. INTRODUÇÃO

Inúmeras são as espécies de forrageiras tropicais que se apresentam como opções para a formação de pastagens no Brasil. As do gênero *Brachiaria* são as que apresentam maiores adaptações às diversas condições ambientais no país. Devido a esta característica, estes gêneros de plantas são largamente utilizados também em revegetação em áreas degradadas, deixando de lado as gramíneas nativas, devido à falta de sementes, a ausência de conhecimento sobre adequação das espécies e os problemas de germinação.

As pastagens degradadas constituem, atualmente, um dos maiores problemas no Brasil Central. Estima-se que 80% dos quase 50 milhões de hectares da área de pastagens na região de Cerrados apresentam algum estágio de degradação.

A prática de adubação com fertilizantes nitrogenados tem um efeito marcante sobre o crescimento e produtividade das gramíneas, visto que o solo, muitas vezes, não possui quantidades de nitrogênio suficiente para atender e sustentar uma alta produtividade de área foliar, uma vez que é este nutriente limitante da produtividade.

Tanto para a formação de pastagens como para a recuperação de áreas degradadas, o suporte nutricional, principalmente o nitrogênio, é importante para se evitar a depauperação das plantas, evitando assim, a degradação do solo, pois há efeitos diretos como a redução da cobertura do solo, aceleração do processo erosivo, assoreamento dos mananciais de água, redução dos teores de matéria orgânica e a conseqüente queda na fertilidade do solo.

É de importância estratégica o uso de culturas de duplo propósito nos sistemas de produção diversificados. Elas podem cobrir o solo e produzir forragem de considerável valor nutritivo.

A planta forrageira necessita, obrigatoriamente, de uma quantidade mínima e balanceada de elementos minerais do solo para atender suas demandas nutricionais. Além disso, como a quantidade de nutrientes extraída do solo pela planta forrageira será maior quanto maior for a produção de forragem.

Portanto, com a utilização simultânea de polímero e fertilizantes minerais nitrogenados podemos obter uma resposta ótima de produção da gramínea, pois, o polímero auxiliará a planta a retirar água e nitrogênio no momento certo, conferindo um crescimento pleno desta planta, ou seja, proporcionando um maior crescimento de área verde.

A quantidade de água disponível no solo é um fator crucial para a qualidade e eficiência do crescimento das plantas, uma vez que ela participa diretamente de inúmeras reações tanto no solo como nos vegetais. Grandes quantidades de águas de chuvas e irrigações são perdidas pela infiltração e pela evaporação e os nutrientes são arrastados para fora das zonas das raízes.

O produto CONSPIZZA AGROSORB<sup>®</sup> é um polímero hidrorretentor, comercializado como sendo um condicionador de solo que absorve e retém a água e os nutrientes incorporado aos solos ou substratos, auxiliando na otimização do crescimento das plantas com perdas mínimas de água e nutrientes por infiltração e evaporação, agindo como uma alternativa para situações em que disponibilidade de água no solo seja escassa, ocasiões nas quais a baixa umidade no solo pode afetar de forma negativa no crescimento e no desenvolvimento das plantas.

Com a função do polímero em evitar a perda de umidade e nutrientes, incorporados ao solo, pode-se melhorar ainda mais o meio em que as plantas irão se desenvolver.

Como as plantas absorvem através de suas raízes não apenas água, mas também nutrientes, é interessante saber se esses polímeros superabsorventes são capazes não apenas de reservar e suprir de água, mas também de fertilizantes. Isto poderia aumentar fortemente as possibilidades de aplicação de tais produtos, devido a sua eficiência máxima no uso de fertilizante e mínima a poluição da água do solo (COTTEM, 1998).

Apesar das propriedades promissoras que os polímeros hidrorretentores apresentam, são necessários estudos para a determinação de seus reais efeitos nas propriedades do solo e comportamento das plantas. Justifica-se assim, a realização de experimentos para a

confirmação das características favoráveis dos polímeros e obtenção de resultados sobre sua eficiência real na proteção do solo e desenvolvimento das plantas.

Sendo assim, este trabalho tem o objetivo de avaliar se o polímero hidrorretentor CONSPIZZA AGROSORB<sup>®</sup> absorve, juntamente com a água presente no solo, os fertilizantes adicionados a ele, como o nitrogênio, e disponibilizar para as plantas - *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, em três épocas distintas do ciclo da planta.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 POLÍMERO

Polímeros hidroabsorventes podem ser de origem natural (derivado do amido) ou sintéticos (derivados do petróleo), que são valorizados por suas habilidades em absorver e estocar água. Os hidroabsorventes mais frequentemente usados são os polímeros sintéticos propenamidas (originalmente denominados poliacrilamida ou PAM) e os co-polímeros propenamida-propenoato (originalmente conhecidos com poliacrilamida-acrilato ou PAA) usados como flocculantes principalmente em fraldas e outros artigos sanitários de líquidos químicos residuais (TERRACOTTEM, 1998).

Esses polímeros têm propriedades especiais, como diferente capacidade de retenção de água e diferentes possibilidades de reserva de água para as raízes das plantas. Estas propriedades tornam os polímeros capazes para a aplicação em diferentes tipos de solo, em diferentes condições ambientais e para diferentes espécies de plantas (COTTHEM, 1988).

A aparência destes polímeros, quando secos, é granular e branca (FIGURA 1), apresentando a forma de gel transparente depois de hidratado. São substâncias insolúveis em água, com capacidade de absorver mais de cem vezes a sua própria massa em água (Pill<sup>1</sup>, 1988, citado por AZEVEDO, et al. 2002).

No entanto, os hidrogéis externamente podem parecer semelhantes, mas a sua constituição química e estrutura física podem ser muito diferentes e isto irá afetar a maneira como ele absorverá, reterá e irá liberar água e nutrientes. Os polímeros, por essa razão são classificados em três diferentes grupos, que são: Grupo I: a água fica irreversivelmente confinada por uma forte ligação H-H, permanecendo, portanto, 100% dentro do hidrogel, ou seja, nenhuma água é liberada; Grupo II: tem a capacidade de absorver enorme quantidade de água, mas uma fraca ligação física evita a permanência da água no hidrogel por longos períodos. A água é perdida em poucos dias;

---

<sup>1</sup> PILL, W. G.; STUBBLO, M. R. Tomato seedling growth in peat and peat-lite blocks amended with hydrophilic polymer. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, Monticello, v. 17, n1, n45-61, 1986.

Grupo III: a água é confinada por fraca ligação de hidrogênio. Portanto, absorve e libera a água por longos períodos de tempo (TERRACOTTEM, s.d.; VILJOEN, 1977). Os polímeros utilizados na agricultura são pertencentes ao terceiro grupo.



**FIGURA 1:** Forma seca e hidratada do polímero hidrorretentor.  
Fonte: [www.stockosorb.com](http://www.stockosorb.com)

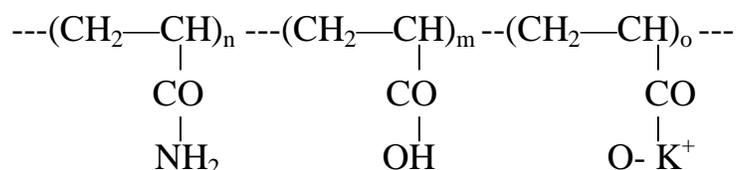
Dentro deste terceiro grupo, existem três grupos principais de polímeros utilizados em aplicação em agricultura que são os co-polímeros de amido (poliacrilonitrila-amido); polivinil alcois; e poliacrilamidas (co-polímero de acrilamida sódica-acrilato) (TITTONELL, et al., 2002).

Os polímeros, quimicamente, são constituídos de cadeia longa de unidades estruturais repetidas chamados monômeros. A polimerização ocorre quando duas ou mais moléculas pequenas combinam-se para formar moléculas maiores (COTTEM, 1988).

De acordo com VILJOEN (1997), os polímeros absorventes apresentam copolímeros de ligação cruzada de ácido acrílico e acrilamida, que são neutralizados com sal de potássio para dar um pH neutro. O grupo carboxílico ao longo da cadeia do polímero, (FIGURA 2), facilita a absorção de água, embora as ligações cruzadas presentes na cadeia evitem sua completa solubilização.

Segundo WANG & GREGG (1990), o grau de ligações cruzadas (proveniente de ácido acrílico) para manter unida a longa cadeia de acrilamida, determina o comportamento da poliacrilamida. O alto grau de ligações cruzadas resulta numa relativa baixa capacidade de retenção de água, mas apresenta maior grau de resistência a danos causados por vários sais.

O copolímero de acrilamida/ ácido acrílico é uma molécula com uma grande capacidade de absorção, devido a sua particular conformação, dada pela presença do sal de potássio (DELATORRE et al., 1998).



**FIGURA 2** - Estrutura química do polímero. Fonte: DELATORRE et al. (1998).

Os monômeros, que constituem a cadeia dos polímeros, possuem grupos funcionais carregados negativamente (COTTEM, 1998). De acordo com STOCKHAUSEN HÜLS (1995), em contato com água, os grupos carboxílicos dos polímeros dissociam-se parcialmente em íons carboxílicos de carga negativa. Este processo causa um enriquecimento de cadeias moleculares com grupos iônicos de cargas iguais, com a tendência de repelir-se entre si. Como resultado deste processo aumenta o volume da cavidade do polímero, originando uma maior possibilidade de armazenamento de água. Devido à estrutura reticular tridimensional, os polímeros se transformam em um gel, unindo doses de água por ligação de hidrogênio.

Segundo Azzam<sup>2</sup> (1983), citado por SITA, (2002), as poliacrilamidas não são degradadas biologicamente. Por isso, uma vez aplicadas ao solo, sofrem uma paulatina degradação ou dissociação por ação do cultivo, dos raios ultravioletas do sol e um contínuo fracionamento, que gira em torno de 10% em solos cultivados continuamente por meio dos implementos agrícolas. A perda da efetividade do polímero ao longo do tempo, foi

<sup>2</sup> AZZAM, R. A. I. Polymeric conditioner gels for desert soil. Commun. Soil. Sci. Plant, v14,n8, p. 739-76, 1983.

verificada por AL-HAHI et al., (1999), quando estudaram o efeito do polímero hidrofílico em solos arenoso no crescimento de plantas de pepino, em vários experimentos sucessivos no mesmo recipiente, durante 2 anos. Observou-se no final do experimento, que a densidade aumentou em todos os tratamentos e a capacidade de retenção de água diminuiu. WALLACE & WALLACE, (1986), relata que a dissociação do polímero no solo resulta em dióxido de carbono, água e nitrogênio na forma amoniacal

A estabilidade de dunas pode ser alcançada mecanicamente, ou pelo crescimento de uma vegetação que a cubra completamente, com isso COTTEM (1985), estudando a estabilidade em dunas na costa de Bélgica, utilizando as espécies *Festuca rubra* L. e *Ammophila arenaria* L., juntamente com o produto Terracottem<sup>®</sup> que possui polímero hidrorretentor em sua composição, observou que com a adição deste produto ocorreu um aumento significativo na biomassa total das raízes das plantas, na proporção de 202% comparando as plantas do controle, que não foram tratadas com Terracottem<sup>®</sup>. Anos depois do teste, a duna tratada estava completamente coberta pela densa vegetação totalmente estabilizada.

### 2.1.1. Polímero e interações com Cátions e Ânions

Os polímeros absorvem, por processo físico, água e as estocam de forma que as raízes das plantas possam adsorvê-la através de seus pêlos radiculares, (FIGURA 3). Em condição de seca os hidrogéis ajudam a diminuir o processo de dessecação da raiz e permite as plantas sobreviverem em condições áridas e semi-áridas. Pelo processo químico, os polímeros absorvem os nutrientes minerais e orgânicos contidos nos solos, a capacidade de troca catiônica ou CTC dos polímeros hidroabsorventes Terracottem<sup>®</sup> é muito alta em comparação com a maioria dos solos. Polímeros hidroabsorventes aumentam o crescimento lateral da raiz, mas têm um efeito neutro no comprimento das raízes individuais (TERRACOTTEM, 1998).

O mecanismo de funcionamento das poliácridamidas se explica através dos tipos de pontes partícula-cátion-polímero, os quais são os responsáveis pela absorção e ligação entre

as partículas de argila dos solos. Estes tipos de pontes conduzem a uma maior estabilidade dos agregados à água, fazendo com que o solo seja mais permeável e conseqüentemente, a percolação e a profundidade de penetração da água em sulcos seja maior (TISDALL & OADES, 1982).

Conforme COTTHEM (1998), os potenciais locais de adsorção são equilibrados por um número equivalente de íons positivos, tais como os prótons ou outros cátions. Portanto, pode-se presumir que a adsorção de nutrientes coincide com a liberação de números de equivalentes contrários da estrutura dos polímeros. Tais processos de adsorção no solo têm um importante papel no controle da disponibilidade de nutrientes da planta.

Alguns hidrorretentores são capazes de atuar como fornecedores de nutrientes, diminuir a fixação de fosfatos e a lixiviação de nutrientes, como potássio, magnésio e nitratos. Verificaram que a combinação de polímero e fertilizantes de liberação controlada promoveu um aumento significativo de matéria seca em plantas de alface (NISSEN, 1994).

Os polímeros hidrorretentores também têm habilidade de promover o crescimento da planta quando nutrientes são incorporados a sua matriz, e assim liberá-los às plantas quando necessário. Entretanto, sob certas circunstâncias sua adição tem tido pouca influência na performance das plantas, principalmente quando maiores quantidades de fertilizantes e sais estão presentes (Peterson<sup>3</sup>, 2003, citado por VICHATO et al., 2004).

JOHNSON (1984), examinou o efeito das cargas elétricas presentes na hidratação dos hidrogéis, em seis sais: cloreto de cálcio, cloreto de sódio, cloreto de magnésio, sulfato de magnésio, sulfato de sódio e bicarbonato de sódio, cada um com concentração de 10 a 45mM. Sua conclusão foi que estes sais inibiram a absorção de água para todos os polímeros, mas em diferentes graus.

BOWMAN et al. (1990) observaram que a hidratação de três polímeros comerciais de poli(acrilamida), na presença de cátions bivalentes ( $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$ ) e cátions monovalentes ( $\text{K}^{+}$  e  $\text{NH}_4^{+}$ ), foi reduzida a aproximadamente 10% e 20%, respectivamente, enquanto que

---

<sup>3</sup> PETERSON, D. Hydrophilic polymers: effects and uses in the landscape. 2003. Disponível em : <http://www.hort.agri.umn.edu/h5015/01papers/hydrogel.htm>. Acessado em: 29 jul. 2003.

ânions de qualquer valência e uréia não interferem na hidratação dos polímeros. Verificaram também, que a adição de polímero desacompanhado de fertilizantes alterou as propriedades físicas do solo, ou seja, a umidade aumentou, a porosidade total e a retenção de água tiveram um ligeiro aumento e diminuição da massa específica. Quando adicionado polímero com fertilizantes, observou-se apenas um aumento na umidade do solo para adição superior a 2,4Kg de polímero por m<sup>3</sup> de solo.

Quando se trabalha com nutrientes que interferem na sua capacidade de retenção de água, (principalmente íons bivalentes), o recomendado para manter a capacidade de retenção do polímero é usar fontes de nutrientes que se quelatizem (James & Richards,<sup>4</sup> 1986, citado por AZEVEDO, 2002),

Presença de íons na água pode atuar negativamente na quantidade de água retida pelos hidrorretentores. Cátions como Na, Ca, Mg reduzem sua absorção, sendo particularmente danosas à estrutura de todos os tipos de hidrorretentores WANG & GREGG, (1990).

HUTTERMANN (et al. s.d.), em estudo com a adição de várias doses de polímero em solos retirados de minas de extração de potássio, tendo a *Populus euphratica*, como planta indicadora, observou-se que 60 dias após a transferência, as plantas que cresceram nos solos não tratados com os hidrogéis, apenas 42% delas apresentaram vitalidade, enquanto que nos tratamentos com os hidrogéis este percentual subiu para 94%. Estes dados indicam que o crescimento da *Papulus euphatica*, que é uma árvore muito resistente à salinização, pode ser melhorada e assegurada pela adição de altas quantidades de polímero Stocksorb ao substrato.

Em seu trabalho, VICHATO et al. (2003), avaliaram o crescimento e a composição mineral de porta-enxerto de tangerina com a adição de polímero hidrorretentor observaram que o crescimento foi prejudicado pelo incremento do substrato com polímero hidrorretentor, devido à diminuição do espaço de aeração no substrato. Também não observaram alteração na composição mineral das plantas com a adição do polímero.

---

<sup>4</sup> JEMES, E. A.; RICHARDS, D. The influence of iron source on the water-holding properties of potting media amended with water-absorbing polymers. Sci. Hortic. Amsterdam. V. 28, p. 201-208, 1986.

A produção de flores na plantas de crisântemo foi visivelmente prejudicada, com o acréscimo das doses de polímero nos substratos, quando estudado o efeito das doses de polímero com diferentes fertilizantes nitrogenados e potássicos. Isso provavelmente ocorreu devido ao impedimento na absorção de nutrientes provocados pelos polímeros, já que o mesmo adsorve os cátions da solução do solo (SITA, 2002).

Mikkelsen et al.<sup>5</sup> (1993), citado por SITA (2002), avaliando, em dois experimentos, a lixiviação do nitrogênio em cultivo em estufa de *Festuca arundinacea*, observaram no primeiro, quando adicionou polímero no solo arenoso e misturou-se uma solução de nitrato de amônio e uréia (32% N), e submetido à lixiviação semanal durante seis semanas, obtiveram 45% de redução na lixiviação do nitrogênio nas quatro primeiras semanas. No segundo experimento os autores avaliaram diferentes polímeros misturados com a mesma solução, resultando também em redução na perda de nitrogênio. E conseqüentemente a planta avaliada aumentou 40% sua produção. Este mesmo autor, no ano de 1995, analisou os efeitos de hidrorretentores juntamente com MnO, MnSO<sub>4</sub>, MnSO<sub>4</sub> H<sub>2</sub>O e MnCl<sub>2</sub>, na cultura da soja, verificou que houve aumento médio no acúmulo de Mn na folha de 89% nas aplicações associadas ao polímero.

HENDERSON & HENSLEY (1985), também estudou a ação dos polímeros na presença dos íons de nitrogênio (amônio e nitrato), e constataram que a retenção destes íons em substrato de areia adicionado com hidrorretentor, quando em substrato seco, mais de 85% do amônio total adicionado ao meio foi retido com resultado da adição do hidrorretentor. Quando o substrato foi saturado com água, antes da aplicação, a capacidade de retenção do íon amônio decresce a valores de 40% a 80%. Em contraste ao amônio o íon nitrato foi lixiviado rapidamente tanto em substrato seco como pré-hidratado, sendo ligeiramente maior nesse último. Portanto, os autores concluíram que a maior retenção de íon amônio no substrato seco indica que muitos pontos de absorção tornam-se indisponíveis quando o hidrorretentor adicionado se hidrata. Menor números de pontos de absorção permitiram maior movimentação do íon amônio no meio hidratado.

---

<sup>5</sup> MIKKELSEN, R. L. BEHEL, A. D.; WILLIAMS, H. M. Addition of gel-forming hydrophilic polymers to nitrogen fertilizer solutions. Fertilizer Research, The Hague, v.36, p55-61, 1993.

A adição de polímero no solo otimiza a disponibilidade de água, reduz as perdas por percolação e lixiviação de nutrientes e melhora a aeração e drenagem do solo, acelerando o desenvolvimento do sistema radicular (Henderson,<sup>6</sup> 1985; Lamont & O`connell,<sup>7</sup> 1987, citados por AZEVEDO, 2002).

### 2.1.2. Polímero hidrorretentor no sistema solo-planta

A água presente no solo e sua disponibilidade às plantas são fatores de fundamental importância para produção agrícola, uma vez que ela participa diretamente de inúmeras reações, tanto no solo como nos vegetais. Desta forma, os polímeros hidrorretentores podem atuar como uma alternativa para situação em que não haja disponibilidade de água no solo, estresse hídrico e períodos longos de estiagem, que seja ocasiões nas quais a baixa umidade no solo pode afetar de forma negativa o crescimento e o desenvolvimento das plantas (ANJOS et al., 2001).

Avaliando-se a influência da concentração de um polímero hidrorretentor (0,01; 0,05; 0,10; 0,15; 0,20dagKg<sup>-1</sup>) nas características de retenção de água de dois tipos de solo latossolo vermelho amarelo de textura franco argilosa arenosa e argissolo câmbico vermelho amarelo de textura argilosa, OLIVEIRA, et al. (2004), concluíram que a retenção de água foi maior à medida que se aumentou a concentração do polímero na mistura, para os dois solos. Na concentração de 0,20 dagKg<sup>-1</sup>, aumentou 123 e 135% a disponibilidade de água no solo franco-argilo-arenoso e solo argiloso, respectivamente.

Situação semelhante foi observada por VALLONE, et al. (acessado em 15/10/04) que avaliou o efeito da adição de doses de polímero hidrorretentor na capacidade de armazenamento de água de alguns substratos alternativos utilizando polímero hidrorretentor. A formação de mudas de cafeeiro em tubetes proporcionou um aumento no

---

<sup>6</sup> HENDERSON, J. C.; HENSLEY, D. L. Ammonium and nitrate retention by a hydrophilic gel. HortScience, Alexandria, v. 20. n.4 p. 667-667, 1985.

<sup>7</sup> LAMONT, G. P.; O`CONNELL, M. A. Shelf-life of bedding plants as influenced by potting media and hydrogels. Sci Hort., Amsterdam, v.31, p.141-149, 1987.

armazenamento em todos os tratamentos, com exceção do substrato padrão composto de 70% de terra argilosa e 30% de esterco bovino.

TITTONELL (2002), estudando o efeito da adição de polímero em substrato para plantio de pimentão, verificou que a adição de polímero no substrato permitiu melhorar a precocidade, uniformidade e tamanho de plantas de pimentão, especialmente em solos carentes de nutrientes. Mediante a adição do polímero os parâmetros de qualidade das plantas melhoraram ou por uma maior retenção hídrica, por uma maior capacidade de trocas iônicas ou por ambas as razões.

Em experimentos feitos com a adição de polímeros Terracottem<sup>®</sup> em quatro espécies de plantas hortícolas, tomate, cenoura, alface e pimenta vermelha, DANEELS (1993), observou que a produção de tomate foi acrescida 2 ou 3 vezes. Este mesmo nível de aumento foi verificado em vegetais onde a produção da raiz é importante onde a biomassa da raiz pode ser aumentada em 5 a 8 vezes em solos arenosos e precários.

BOSTEELS (1991), em estudos com *Simmondsia chinensis* (Link) Schneider, conhecida como jojoba, planta encontrada em regiões áridas, este autor testando o Terracottem<sup>®</sup>, verificou que o uso deste produto promoveu o desenvolvimento significativo das raízes das plantas, aumentando a taxa de fertilidade em 166%, como também a frutificação em 200%, proporcionando frutos mais uniformes, resultando em colheita em poucos dias, ao contrário dos tratamentos sem este produto que resultou em colheita durante um mês.

AZEVEDO (2002), também estudando a eficiência do polímero poliacrilamida, adicionado ao substrato de transplantei no armazenamento de água para o cafeeiro e utilizando quatro doses de polímero e quatro turnos de rega, concluiu que a altura e o peso seco das plantas aumentaram com a adição do polímero. A presença do polímero também permite aumentar o intervalo entre as irrigações sem comprometer o crescimento, o acúmulo e a matéria seca do cafeeiro.

GEHRING & LEWIS (1980), avaliaram o ponto de murcha e o estresse hídrico nas plantas ornamentais: tagete (*Tagete erecta*) e zinnia (*Zinnia elegans*), e observaram a

incorporação de diferentes concentrações de polímero no substrato. Concluíram que a adição de polímero diminuiu o estresse hídrico e aumentou o tempo de murcha. Observaram também, que cento e dezoito horas após a última rega, a tensão das plantas em estudo, foi drasticamente reduzida, com o aumento das doses de polímero. Neste ponto, todas as mudas utilizadas como testemunhas murcharam. Avaliando os mesmos parâmetros, Adams & Lockaby<sup>8</sup> (1987), citado por BALENA (1998) acompanharam os efeitos dos condicionadores nas sementeiras e observaram que dezoito dias após a irrigação, 100% das mudas utilizadas como testemunhas murcharam. Nenhuma muda que recebeu taxas adequadas de polímero murchou.

Estudando os efeitos da adição de polímero hidrorretentor nas propriedades físicas e hidráulicas do dois meios porosos, areia marinha e solo argiloso, BALENA (1998), concluiu que, no solo argiloso a retenção de água foi acrescida em 2 vezes enquanto, para a areia marinha aumentou 7,5 vezes. A umidade e a porosidade do solo aumentou com o incremento de polímero nos solos, enquanto a massa específica e a condutividade hidráulica decresceram progressivamente.

Um reflorestamento efetivo e um programa de transplante depende da alta taxa de sobrevivência das árvores e dos arbustos. Os polímeros superabsorventes Stocksorb, reduzem os efeitos do choque no transplante de árvores e arbustos, reduzindo a desidratação das plantas durante o transplante ou no plantio de novas árvores e arbustos. Um importante papel em reflorestamento de áreas em desertificação é o uso de novas tecnologias, que pode ser desempenhada pelos condicionadores de solo. A aplicação de hidrogéis, isto é, condicionadores de solos que são capazes de absorver um estoque de até 400 vezes seu peso em água, poderão reduzir a falta de água nesse solo, então aumentar a taxa de sobrevivência das sementes ou plantas nos primeiros anos de crescimento (HUTTERMANN, et al. s. d.).

DELLATORRE [S.I.: s.d.], [19--], estudando os rendimentos da planta de algodão e a eficiência no uso da água, em solos desérticos, utilizando rega de 50%, 70% e 100% e a

---

<sup>8</sup> ADAMS, J. C.; LOCKABY, B. G. Commercially produced super absorbent material increases water – holding capacity of soil medium. *Tree-Planters*, v.38 , p.24-25, 1987.

utilização de 63 Kg/ha de polímero hidrorretentor para todos os tratamentos, observaram os potenciais hídricos do tratamento com 50% da rega foi mais negativo, indicando o efeito negativo da falta de água nas plantas, enquanto que os tratamentos com 70% e 100% não apresentaram diferenças significativas, indicando que as plantas podem ser regadas com 30% a menos de água, quando utilizado os polímeros hidrorretentores. Portanto, a incorporação do polímero hidrorretentor em solos desérticos melhora a eficiência do uso da água e contribui significativamente a melhorar a eficiência de cultivo.

Quando foi estudada a adição de hidrogeis em solos para prolongar a sobrevivência das mudas de pinus expostas a estiagem, HUTTERMANN, et al. (1999), observaram que as mudas tratadas com maior teor de polímero sobreviveram um tempo duas vezes maior que a planta testemunha, sem polímero. A incorporação de hidrogeis no solo aumentará a tolerância à estiagem quando se trata de mudas em substratos.

## 2.2 NITROGÊNIO

As plantas necessitam em sua nutrição de uma grande variedade de elementos químicos, os quais são provenientes dos minerais ou do processo de mineralização das substâncias orgânicas. Aproximadamente 98% dos bioelementos do solo apresentam-se na forma de serapilheira ou húmus; ligados ao material inorgânico, ou ainda incorporados aos minerais. Os restantes estão retidos nos colóides do solo (LARCHER, 2000).

O nitrogênio é o nutriente mais limitante no solo e também o mais requerido pelas plantas. A fertilização nitrogenada eleva a produção de matéria seca até níveis não alcançáveis através de outro manejo (CARAMBULA, 1977). Apesar de ser um dos elementos mais difundido na natureza, o nitrogênio praticamente não aparece nas rochas que dão origem aos solos, sendo o nitrogênio presente no ar (78%), considerado a fonte primária deste elemento.

Entre os fatores que mais influenciam a produtividade da pastagem e conseqüentemente a produção animal é o nível de nitrogênio usado. O nitrogênio é um nutriente eficiente para a produção e qualidade da forragem de gramínea (BLACK, 1971).

As alterações de manejo do solo e das espécies cultivadas podem exercer significativas modificações na qualidade e nas formas de nitrogênio no solo, principalmente no processo de mineralização de nitrogênio, na eficiência no aproveitamento de fertilizantes pelas plantas e na movimentação de nutriente para as camadas mais profundas do solo e alterando a produtividade das culturas (VASCONCELLOS, et al., 2001).

A adubação nitrogenada é um dos atributos mais estudados em pastagens, comprovando a importância que este nutriente exerce no desenvolvimento das plantas forrageiras. A concentração de nitrogênio nos tecidos é uma característica de avaliação qualitativa da forragem e está diretamente ligado à adubação nitrogenada (RODRIGUES, et al., 2004).

A maioria das plantas absorve indistintamente nitrato e amônio. Todavia, fatores como idade, ambiente, espécie vegetal, bem como a disponibilidade no solo pode determinar a absorção preferencial de uma das formas. Tisdale et al.<sup>9</sup> (1985), citado por MONTEIRO, et al. (1995). A maior parte das plantas é capaz de suprir suas necessidades, com o nitrogênio tanto na forma  $\text{NO}_3^-$  como na forma  $\text{NH}_4^+$ , dependendo dos valores de pH na rizosfera (LARCHER, 2000).

Em cultivos comerciais, as plantas adquirem o nitrogênio principalmente pela absorção do nitrato pelas raízes, exceto aquelas que apresentam associações simbióticas com bactérias do gênero *Rhizobium*. Na célula, o nitrato é reduzido a nitrito e, em seguida, a amônio pela enzima redutase do nitrato e do nitrito, respectivamente. A seguir, o amônio é incorporado a aminoácidos pela ação conjunta das enzimas sintetase da glutamina (GS) e sintetase do glutamato (GOGAT) (FILHO et al. 1998). Os aminoácidos são compostos básicos para a biossíntese de proteínas, ácidos nucléicos e substâncias nitrogenadas do metabolismo secundário (LARCHER, 2000).

---

<sup>9</sup> TISDALE, S. L.; BEATON, J. D.; NELSON, W. L. Soil fertility and fertilizers. 4ed. New York: Mac Millan, 1985. 754p.

### 2.2.1 Dinâmica do Nitrogênio no Solo

Para atender os conflitantes objetivos de maior produtividade/rentabilidade agrícola e de redução do impacto ambiental, o conhecimento e o manejo dos elementos minerais, marcadamente no nitrogênio nos diferentes agroecossistemas, assumem posição de destaque. A grande amplitude nas eficiências parciais dos diversos processos inerentes ao ciclo de nitrogênio oferece oportunidade para manipulação e ratifica a proposta de melhor entendimento da dinâmica do nitrogênio no ecossistema para garantir elevada rentabilidade ao empreendimento pecuário baseado na exploração de pastagens sem, no entanto, prejudicar o ambiente. Jarvis<sup>10</sup>, (1998), citado por MARTHA JÚNIOR (2003).

Alguns conceitos fundamentais sobre as transformações no solo e a relação com a matéria orgânica devem ser conhecidos para o entendimento e a implementação de um manejo adequado em função dos diferentes sistemas de produção agrícola (BOLETIM TÉCNICO SERRANA, 2004b).

O nitrogênio no solo pode ser perdido por vários processos: volatilização da amônia, desnitrificação e lixiviação do nitrato. Estes processos representam a principal forma de saída do elemento do sistema de uma pastagem, e vir a se constituir na principal causa de degradação das pastagens, caso não haja reposição desse nutriente por meio de fonte externa (MARTINS, 1997). Estes processos, como também a mineralização, a nitrificação, a fixação do N da atmosfera e a adição via fertilizante fazem parte do ciclo do nitrogênio no solo, (FIGURA 3).

### 2.2.2 Adição de nitrogênio ao sistema solo-planta

A fonte natural de nitrogênio no solo é a matéria orgânica, que não é absorvida diretamente pelas plantas, porém é necessário que ela se decomponha pela ação lenta e

---

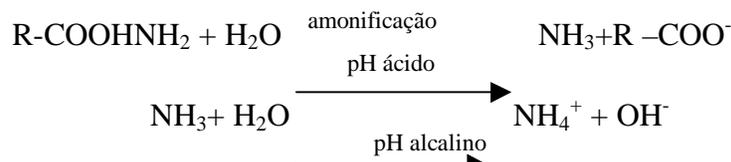
<sup>10</sup> JARVIS, S. C. Nitrogen management and sustainability. In: CHERNEY, J. H.; CHERNEY, D. J. R. (Ed) Grass for dairy cattle. Wallingford: CAB Internacional 1998. p161-192.

contínua dos microorganismos (MATTOS, 2001). Conforme WHITEHEAD, (1995), embora parte das exigências da planta por nitrogênio possa ser suprida pela absorção direta de formas orgânicas de N, como aminoácidos e moléculas de uréia, a quase totalidade dessas exigências é atingida pela absorção de formas minerais de N, como o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e amônio ( $\text{NH}_4^+$ ).

A taxa de mineralização pode variar mesmo em locais muito próximos, conforme a composição da microflora, aeração, temperatura, umidade e pH do solo, bem como em função da quantidade e do tipo de substrato degradável (LARCHER, 2000).

ROSOLEM, et al. (2003), estudando a dinâmica do nitrogênio no solo em razão da calagem e da adubação nitrogenada, na cultura do algodoeiro, observou que a calagem, aumentando a mineralização e a nitrificação, disponibiliza nitrogênio às plantas e aumenta a lixiviação de nitrato no perfil do solo, independentemente do modo de aplicação do corretivo.

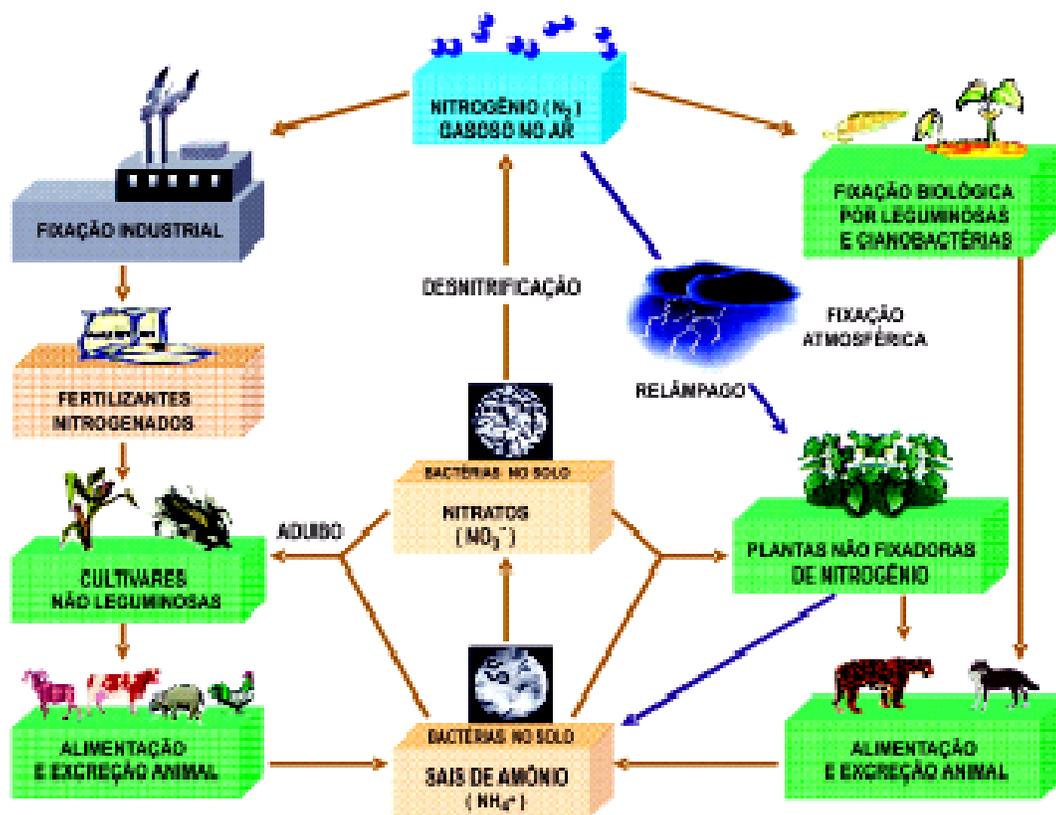
As bactérias saprófitas e várias espécies de fungos são os principais responsáveis pela decomposição de materiais orgânicos mortos. Estes microorganismos utilizam as proteínas e os aminoácidos como fonte para suas próprias proteínas e liberam o excesso de nitrogênio sob forma de amônio (LARCHER, 2000; GALLO, 2004).



Fonte: Manual Técnico Serrana, 2004a.

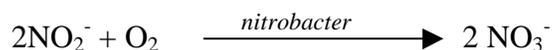
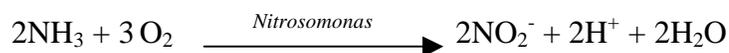
O manejo de solos ácidos com resíduos vegetais é uma importante estratégia para diminuir a acidez, pois compostos orgânicos hidrossolúveis de baixo peso molecular,

liberados no período inicial da decomposição, colaboram para a neutralização da acidez. Franchini,<sup>11</sup> (1999), citado por ROSOLEM et al. (2003).



**FIGURA 3:** Ciclo do nitrogênio. Fonte: (MARTINS et al. , 2003).

O amônio formado no processo de mineralização da matéria orgânica é através do processo de nitrificação transformado em nitrato, através da ação das bactérias presentes no solo. As bactérias nitrificantes são as *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrobacter* (GALLO, 2004).



<sup>11</sup> FRANCHINI, J. C.; MALAVOLTA, E.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A. Alteração química em solos ácidos após a aplicação de resíduos vegetais. Revista Brasileira de Ciências do Solos, Viçosa, MG, v.23, n.2, p. 533-542, 1999.

Segundo GALLO (2004) o nitrito, formado no processo de nitrificação da matéria orgânica presente no solo, é tóxico para as plantas, mas raramente se acumula no solo, sendo transformado rapidamente em nitrato, onde este é a forma sob a qual todo o nitrogênio se move do solo para o interior das plantas.

O acúmulo de N e C no solo pela adubação orgânica e mineral contínua, durante 13 anos, na cultura do milho, foi observado que na ausência da adubação orgânica tende a reduzir a produtividade de milho, tanto sem adubação mineral quanto com a aplicação. Com a aplicação de  $40\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$  de composto orgânico, além de a produtividade ter sido superior, observou-se tendência de incremento ao longo dos 13 cultivos, independente da adubação mineral (MAIA & CANTARUTTI, 2004). Segundo JORGE, (1983) a variação do teor de nitrogênio na forma de  $\text{NO}_3^-$ , nos solos, de um ano para outro, foi considerável, oscilando de quatro ou mais vezes. Dada a complexidade do problema, prefere-se, hoje, recomendar a aplicação de adubos nitrogenados baseando-se mais nas exigências da cultura que nos níveis do elemento no solo.

Comparando as técnicas de incubação para estudos das transformações do nitrogênio mineral em solo de cerrado sob pastagens de braquiaria humidicola, observaram que no solo plantado, ocorreu um aumento tanto nos teores de amônio como de nitrato, indicando que tanto mineralização como nitrificação estava ocorrendo. Em solos sem planta, por outro lado, somente os teores de amônio aumentaram (MIRANDA, 2004).

A adição de nitrogênio no solo também pode ocorrer pelo processo da fixação. Essa fixação corresponde ao processo pelo qual o nitrogênio do ar ( $\text{N}_2$ ), é incorporado em compostos orgânicos nitrogenados. Este processo pode ocorrer de forma simbiótica ou não simbiótica. As bactérias simbióticas fixadoras de  $\text{N}_2$  mais importantes são as dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, que vivem associadas aos nódulos das raízes das leguminosas (LARCHER, 2000).

O produto chave para a obtenção de adubos nitrogenados é a amônia,  $\text{NH}_3$ . A partir do N do ar e do H, submetidos a altas temperaturas e pressão na presença de catalisador, obtém-se a amônia. O H para a síntese da amônia, vem do gás natural de petróleo, do gás residual das refinarias, da nafta ou mesmo do álcool (MALAVOLTA, 1980).

Uma a duas centenas de milhões de toneladas métricas de nitrogênio são acrescentadas à superfície terrestre a cada ano pelos sistemas biológicos. O homem produz 28 milhões de toneladas métricas, cuja maior parte é utilizada como fertilizantes; no entanto, este processo é efetuado com alto custo energético em termos de combustíveis fósseis. A quantidade total de energia necessária para a produção de fertilizante de amônio é atualmente estimada ao equivalente de 2 milhões de barris de óleo por dia (GALLO, 2004).

A fixação não simbiótica do  $N_2$  do ar atmosférico, é realizada principalmente por bactérias do gênero *Azotobacter*, *Beijerinckia* e *Clostridium*. Segundo GALLO (2004), estas são bactérias saprófitas de vida livre e estima-se que elas produzem cerca de  $7 \text{ Kg ha}^{-1}$  por ano de N (WHITEHEARD, 1995), em condições de campo. As contribuições de nitrogênio através da fixação não simbiótica representa menos de  $15 \text{ Kg ha}^{-1}$  por ano de N.

Para pastagens de gramíneas que não receberam adubação nitrogenada, a fixação não simbiótica do N da atmosfera assume caráter de maior relevância, porém, a contribuição do N proveniente da mineralização da matéria orgânica ainda é quantitativamente mais importante (MARTHA JÚNIOR, 2003).

Diversos fatores influenciam a fixação livre: havendo quantidades relativamente altas de N combinado no meio,  $N-NH_4^+$  ou  $N-NO_3^-$ , por exemplo, o organismo absorve-o e reduz a fixação (MALAVOLTA, 1980).

SANTOS, et al. (2002), em estudos com a influência do fósforo, micorriza (FMA's) e nitrogênio no conteúdo de minerais de *Brachiaria brizantha* e *Arachis pintoii* consorciados, observaram que a adubação fosfatada e, principalmente, a nitrogenada, provocou aumento no conteúdo de N, P, K, Ca, Mg e S na braquiaria, não se verificando tal aumento com a micorrização. O acúmulo de N na MS da parte aérea da braquiaria brizanta também foi influenciado pela adição de N em cobertura, porém esse efeito variou em função da adição de P no solo. Em doses mais baixas de P, o aumento de N na MS da parte aérea foi mais rápida.

Fertilizante é outra forma de adicionar nitrogênio ao sistema solo-planta. O emprego de fertilizante nitrogenado apresenta profundas mudanças nas características da pastagem,

sendo o nitrogênio o nutriente que proporciona efeitos mais consistentes, pois o fornecimento de nitrogênio através de adubações às pastagens tropicais possibilita um aumento no número, no peso e no tamanho de seus perfilhos associados a uma maior taxa de expansão foliar (MATTOS, 2001).

A produtividade de uma pastagem de gramínea depende de vários fatores, como condições climáticas; edáficas e de manejo a que são submetidas, principalmente em relação ao nível de nitrogênio, por tratar-se do nutriente mais limitante ao crescimento das plantas. PEDROSA et al. (2005), estudando o nível de adubação NPK em *Braquiaria brizanta*, observou que a produção de matéria seca variou com as doses de N aplicadas no solo e com base nos resultados constatou-se que a resposta foi mais positiva quando da interação com fósforo e potássio.

A adição de adubos minerais nitrogenados constitui a fonte rápida e segura deste nutriente. As formas minerais de nitrogênio têm a vantagens de serem facilmente solúveis em água e de apresentarem altos teores do elemento (JORGE, 1983). Os fertilizantes mais comumente utilizados são: uréia, sulfato de amônia, nitrato de amônia, como também nitrocálcio Petrobrás, salitre do Chile, amônia.

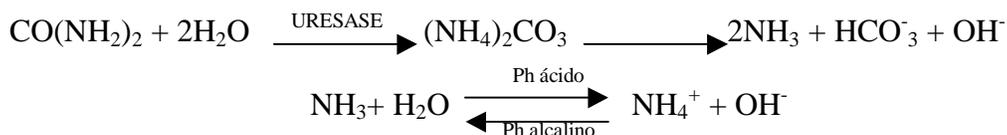
A eficiência é afetada pela forma de N aplicada na adubação; então estudos com diferentes fontes de N passaram a ser realizados, com objetivo de reduzir perdas e aumentar a eficiência. A uréia, que é uma das fontes nitrogenadas mais utilizadas na agricultura brasileira, por apresentar concentração de N e baixo custo por unidade de nitrogênio, apresenta grande susceptibilidade de perda de amônio ( $\text{NH}_3$ ) por volatilização (KIEHL, 1989). A uréia [ $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ] é caracterizada como fertilizante sólido granulado de maior concentração de N (45%) que está na forma amídica. Como desvantagens da uréia, ressalta-se sua elevada higroscopicidade e maior suscetibilidade à volatilização (Melgar et al.<sup>12</sup> (1999), citado por COSTA (2001). Depois de aplicada ao solo a uréia é hidrolisada, formando amônia que é rapidamente hidrolisada formando íons de bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) e ( $\text{OH}^-$ ). Como consequência, nos locais onde é aplicado o fertilizante, o pH poderá atingir

---

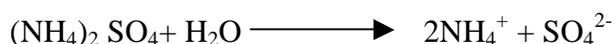
<sup>12</sup> MELGAR, R.; CAMOZZI, M. E.; FIGUEROA, M.M. Guia de fertilizante, enmiendas y productos nutricionales. Bueno Aires: Instituto Nacional de tecnología Agropecuaria, 199. Cap. 1, p.13-25: Nitrogenados.

valores iguais a 10, e nestas condições parte da amônia ( $\text{NH}_3$ ) será inevitavelmente perdida por volatilização. Entretanto, parte da amônia em ambiente ácido será convertida pelos organismos amonificadores na forma amoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) (Boletim Técnico Serrana, 2004a).

Uréia:



Sulfato de Amônia:



As perdas de nitrogênio por volatilização quando utilizado uréia como fonte, pode chegar na ordem de até 70% mas sem redução significativa de produtividade. Solo seco; alta saturação de base; alta temperatura do ar e a baixa umidade relativa, são condições que determinam maiores perdas de N por utilização da uréia (NUMMER FILHO & HENTSCHE, 2002).

A uréia, independentemente do pH e do teor de calcário, precisa da presença da uréase ativa e de umidade adequada para ser hidrolisada a  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ . Além disso, quando a uréia é aplicada na superfície de solos calcários e pobres em matéria orgânica, este adubo pode ser difundido através da umidade do solo, ou arrastado pela água da chuva ou da irrigação, às camadas profundas, antes que se tenha completado a hidrólise na superfície do solo. Desta forma reduzem-se as perdas de  $\text{N-NH}_3$  (Gasser <sup>13</sup>, 1964a e Terman <sup>14</sup>(1979) citado por URQUIAGA et al.(1989)).

O sulfato de amônio  $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$  é uma fonte de N que, mundialmente, tem sido menos utilizada que a uréia e o nitrato de amônio. Sua produção dá-se a partir de subproduto da indústria de nylon (MONESMITH, 2001), dentre as principais vantagens do

<sup>13</sup> GASSER, J. K. R. Some factors affecting losses of ammonia from urea and ammonium sulfate applied to soil. Soil Sci., 15:258-72, 1964a.

<sup>14</sup> TERMAN, G. L. & HUNT, C. M. Volatilization losses of nitrogen as ammonia from surface-applied fertilizers, organic amendments, and crop residues. Adv. Agron., 31:189-223, 1979.

sulfato de amônio, cita-se sua baixa higroscopicidade, boas propriedades físicas, estabilidade química, boas características agronômicas, potencial de oferta de enxofre.

URQUIAGA et al. (1989), avaliando as perdas por volatilização da uréia e sulfato de amônio, em quatro formas de aplicação no solo (na superfície do solo seco, superfície do solo úmido, superfície do solo seco com irrigação imediata e enterrado a 4cm em solo úmido), observaram que a extração de N-fertilizante pela planta, a uréia superou o sulfato de amônio em 25%, sendo que, independentemente da fonte nitrogenada, as plantas aproveitaram melhor o N aplicado na superfície de solo seco e enterrado em solo úmido. Estes resultados indicaram que realmente o crescimento das planta esteve em função da disponibilidade do N-fertilizante aplicado.

O nitrato de amônio é mais estável que a uréia, porém menos que o sulfato de amônio. Essa fonte apresenta o inconveniente da manipulação dificultada e de determinar requeima nas folhas de gramínea, como por exemplo, o milho, em intensidade maior que a uréia, principalmente se por ocasião da aplicação as folhas das plantas estiverem molhadas/orvalhadas (NUMMER FILHO & HENTSCHKE, 2002).

PERUZZO et al. (1994), em estudos com dezoito diferentes fontes de fertilizantes nitrogenados, avaliaram o rendimento de grãos em plantas de trigo. Foi verificada que a maioria dos produtos conferiram um índice de eficiência agronômica superior ao nitrato de amônio, uréia atingindo o valor máximo de 126%. Isto evidencia que as perdas de N por volatilização de amônia da uréia, freqüentemente referida como potencialmente altas em condições de campo. Mas a agregação à uréia em outras fontes nitrogenadas não aumentou o rendimento de grãos de trigo em relação à uréia.

### 2.2.3 Perdas de nitrogênio do solo

O nitrogênio presente no solo também pode ser perdido pelos processos de volatilização da amônia, desnitrificação e lixiviação do nitrato.

O nitrogênio removido pela lixiviação, ou seja, o nitrato e nitrito, que são ânions, mostram-se particularmente suscetíveis à lixiviação pela água que se infiltra através do solo final da fase de mineralização do N orgânico consiste na formação de nitratos (GALLO, Acessado em 02/12/04). Esta forma aniônica de nitrogênio, portadora, pois de carga negativa, não é retida pelas partículas do solo, sendo assim facilmente lavada do solo, pelas águas da chuva (JORGE, 1983; IFOAM, 2002). As perdas por lixiviação, não parecem ser motivo de preocupação em pastagens bem manejadas (MARTHA JÚNIOR, 1999).

As principais perdas são representadas por aquelas que ocorrem por via gasosa, através da volatilização do N-NH<sub>3</sub> ou da desnitrificação (MARTHA JÚNIOR, 2003).

O processo de volatilização de N-NH<sub>3</sub> aplicando-se uréia envolve, inicialmente a hidrólise da fonte nitrogenada por meio da urease. A urease é uma enzima extracelular produzida por bactérias, actinomicetos e fungos do solo ou, ainda, de origem em restos de vegetais. Como resultado da hidrólise tem-se a formação de carbonato de amônio e, em função das características da urease, fatores que influenciam a atividade dos microorganismos também influenciam a hidrólise da uréia, promovendo grande variação na taxa de hidrólise para diferentes solos (Reynolds & Wolf<sup>15</sup>, 1987, citado por COSTA, 2001).

A mistura ou incorporação dos adubos dentro do solo pode reduzir ou até eliminar as perdas de N por volatilização em solos ácidos, porém em solos com alto teor de calcário (ou alcalinos) esta prática pode reduzir as perdas de amônia, mas não eliminá-las (Fenn, & Kissel<sup>16</sup>, 1976; Terman<sup>17</sup>, 1979, citado por URQUIAGA, 1989). Avaliando as perdas por volatilização de N-uréia e N- sulfato de amônia em diferente forma de aplicação, URQUIAGA, 1989, observou que a maior perda do N-fertilizante, por volatilização, ocorreu com o sulfato de amônio (39%), que superou sensivelmente a uréia (23,6%). As perdas do N-fertilizante aplicado na superfície de solo úmido, ou seco com irrigação

---

<sup>15</sup> REYNOLDS, C.M.; WOLF, D.C.; ARMBRUSTER, J. A. Factors related to urea hydrolysis in soils. Soil Science Society America Journal. V.49 p. 104-108, 1987.

<sup>16</sup> FENN, L.B. & KISSEL, D. E. The influence of cation exchange capacity and depth of incorporation on ammonia volatilization from ammonium compounds applied to calcareous soil. Soil Sci. Am. J., 40:394-8, 1976.

<sup>17</sup> TERMAN, G. L. volatilization losses of nitrogen as ammonia from surface-applied fertilizer, organic amendments, and crop residues. Adv. Agron., 31:189-223, 1979.

imediate superaram sensivelmente as aplicações na superfície de solo seco ou enterrado em solo úmido.

MARTHA JÚNIOR (2003), avaliando a recuperação do nitrogênio ( $^{15}\text{N}$ ) da uréia por pastagens de capim Tanzânia durante o verão, observou que o uso de fertilizante nitrogenado não alterou o teor de N total ou a quantidade de N na planta, o que não foi esperado. A baixa eficiência agrônômica da uréia pode ser atribuída às elevadas perdas do N aplicado, devido a: elevadas perdas de N aplicado que aconteceram nos primeiros dias depois da adubação, que reduziram a quantidade de N proveniente do fertilizante no solo passível de ser absorvido pelas plantas; e da elevada competição pelo N-mineral que existe entre os microorganismos do solo e as plantas.

#### 2.2.4 Nitrogênio e as gramíneas

A proporção entre os vários bioelementos pode ser fortemente determinada pela espécie e família do vegetal ou pelo estágio de desenvolvimento. Por meio da análise das cinzas da planta é possível determinar a relação entre o acúmulo de nutrientes e o ambiente, podendo indicar uma deficiência nutricional ou uma adubação incorreta nas plantas cultivadas, ou seja, plantas que crescem em solos pobres, são pobres em conteúdo de cinzas (1-3% da matéria seca), enquanto plantas que crescem em solos com adubação equilibrada apresentam altos níveis de cinza (55% da matéria seca) (LARCHER, 2000).

Avaliando diferentes níveis de nitrogênio e métodos de semeadura em plantas de milho, (MESQUITA & PINTO, acessado em 24/04/04) observaram que houve efeito do N sobre o rendimento de matéria seca o qual favoreceu uma maior densidade de perfilhos. SILVEIRA et al. (1984), estudando também plantas de milho e sorgo, quanto ao rendimento e qualidade ao efeito do nitrogênio, regime de corte e déficit hídrico, observaram os mesmos resultados, quanto à produção de MS e a qualidade, ou seja, o nitrogênio aumentou significativamente o rendimento de MS e PB.

SIEWERDT et al. (1995), estudando a qualidade da matéria seca de um campo natural de planossolo, utilizando somente adubação nitrogenada em dosagens crescentes (zero, 100, 200, 300, 400, 500, 600 e 700Kg/ha), obteve como resultado um aumento significativo na produção média de matéria seca com o incremento na dosagem de nitrogênio, atingindo rendimento máximo com doses entre 400 e 500Kg/ha. Observou-se também influência significativa no teor de proteína bruta.

BOMFIM et al. (2003) observando os efeitos dos tratamentos físicos associados à adubação nitrogenada e fosfatados nos teores proteína bruta, verificara, que a adubação com nitrogênio elevou os teores de PB nos tecidos da *Brachiaria decumbens*, mas a aplicação de P resultou em maiores concentrações de proteína bruta nos tecidos. GOMIDE & COSTA (1984), observou que os teores de nitrogênio na matéria secas das gramíneas de capim colonião e capim Jaraguá mostram correlação positiva com as doses de nitrogênio aplicada, enquanto que os teores de fósforo mostraram correlação negativa.

MONTEIRO, et al. (1995), estudando o cultivo de *Brachiaria brizantha* em soluções nutritiva com omissões de macronutrientes, verificaram que os tratamentos sem N e P e testemunha foram os que mais limitaram o desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, a produção de matéria seca, tanto na parte aérea como nas raízes. O tratamento onde foi omitido o nitrogênio, inclusive na testemunha, as plantas alocaram maior parte da produção de biomassa para o sistema radicular. (MAFFEIS 2000), o nitrogênio estimula o crescimento vegetativo, sendo que em casos de baixo suprimento ocorre redução na produção de folhas (tamanho e número).

O nitrogênio afeta diretamente a área foliar, em conseqüência altera a taxa de fotossíntese das plantas. Interfere positivamente no crescimento do sistema radicular e, desta forma, permite que as raízes explorem maior volume de solo melhorando o aumento da absorção de outros elementos e água (NUMMER FILHO & HENTSCHKE 2002).

Isto devido às funções do nitrogênio na planta que são: funções estruturais em moléculas de aminoácidos, proteínas, enzimas, coenzimas, vitaminas e pigmentos, fazem parte de processos como absorção iônica, fotossíntese e respiração, e também estimula o crescimento de raiz (MALAVOLTA 1980).

As respostas de produtividade e qualidade da *B. brizantha* quanto à aplicação de adubação nitrogenada e potássica foi avaliada por ADRADE et. al (acessado em 27/12/04), pode-se verificar que houve efeito da adubação nitrogenada para a produção de matéria seca e proteína bruta, essa adubação aumentou em 711% a produção de MS e em 1372% a PB, como também ocorreu uma recuperação de 52% do nitrogênio aplicado. Não houve efeito da adubação potássica, nem suas interações com o nitrogênio.

Este crescimento limitado é resultado das funções que o nutriente desempenha na planta, sendo este elemento o mais exigido pelas culturas, uma vez que atua como estrutural nas moléculas dos aminoácidos, proteínas, enzimas, pigmento e produtos secundários (MALAVOLTA et al. 1997). COSTA et al. (acessado em 21/04/05), em estudos com a frequência de corte e adubação nitrogenada em azevém anual, onde avaliou o rendimento e a qualidade da forragem, este apresentou comportamento linear positivo quanto à produção de MS em função, tanto das doses de N, como dos intervalos entre cortes. Isso ocorreu também na produtividade de proteína bruta e FND do azevém quando as avaliações estatísticas indicaram efeitos significativos com a adição de fertilizantes nitrogenados no solo. Os mesmos resultados foram obtido por ALVIM & MOOJEN (1984).

A interação do nitrogênio com a produção de matéria seca de pastagem formada com azevém anual-*Lolium multiflorum* Lam.- também foi estudada por GONÇALVES (1979), aplicando 0; 50; 100; 150 e 200Kg/ha de N, avaliou-se durante dois anos esta pastagens e, através desta pesquisa, foi concluído que no primeiro o tratamento de 50KgN/há, ocasionou um aumento de produção de matéria seca da ordem de 74% e a resposta em produção de matéria seca, para cada quilograma de N aplicado, foi de 40:1, para o nível de 50Kg/ha de N. No segundo ano, esta resposta foi de 100% enquanto a produção de matéria seca não foi observada diferença significativa entre os tratamentos 50; 100 e 150Kg/ha de N, representando incremento de 92% da produção da testemunha. Conforme o autor isso significa que no início do inverno, o uso de nitrogênio não é capaz de proporcionar um aumento significativo na produção do azevém anual comum.

Na *Brachiaria decumbens*, RODRIGUES et al. (2004), avaliou a concentração do nitrogênio nos componentes da parte aérea em função da aplicação, calcário, nitrogênio e

enxofre, observou que a concentração de nitrogênio nos tecidos de todos os componentes da parte aérea do capim aumentou com o incremento das doses de nitrogênio. Segundo RAIJ et al. (1996), a quantidade média de nitrogênio extraído na matéria seca da parte aérea da *Brachiaria decumbens* é de 12g/Kg.

Segundo o autor WHITEHEAD (1995), quando uma dose muito baixa de fertilizante nitrogenado é aplicada para uma gramínea que está seriamente deficiente em nitrogênio, geralmente ocorre aumento na produção dessa gramínea, mas a concentração de nitrogênio é ínfima ou nenhuma. Mas, quando uma dose elevada de nitrogênio é aplicada, tanto a produção quanto à concentração do nutriente aumentam até a produção alcançar o máximo. Às vezes quando uma baixa dose de nitrogênio é aplicada (50 a 100Kg há<sup>-1</sup>) numa pastagem deficiente, o aumento de produção é associado a um pequeno decréscimo na concentração de nitrogênio na planta. O efeito do fertilizante nitrogenado na concentração de nitrogênio da planta é influenciado pelo intervalo entre a aplicação e amostragem, sendo que, em boas condições de crescimento, os intervalos menores apresentam concentrações maiores.

Portanto, segundo LARCHER (2000), como componente quantitativo da fitomassa, o nitrogênio ocupa a quarta posição, após o C, o O e o H. Entre o abastecimento de nitrogênio e o aumento de biomassa há uma estreita relação, que pode ser expressa através do uso do nitrogênio na produção. Como as plantas absorvem, preferencialmente, os nutrientes disponíveis no solo, mas não são capazes de excluir totalmente nenhum dos nutrientes durante a absorção, a composição das cinzas dos vegetais reflete as características geoquímicas do solo.

A adubação nitrogenada influenciou também o índice de área foliar em plantas de arroz STONE & STEINMETZ (1979), foi observado que o nitrogênio permitiu incremento do índice de área foliar, por aumentar o tamanho das folhas e o número de perfilho por metro quadrado.

BATISTA (2002), estudando a resposta do capim-marandu a combinações de doses de nitrogênio e enxofre, observou que em baixas doses de nitrogênio aplicado resulta em crescimento reduzido e em estreita relação N:S (2,8:1) nas lâminas de folhas recém-

expandidas da forrageira, enquanto altas doses de nitrogênio, em presença de baixas doses de enxofre, proporcionam deficiência de enxofre concomitantemente a larga relação N:S (37,2:1) naquelas lâminas foliares de capim-Marandu.

O nitrogênio também pode afetar a relação raiz e parte aérea, ou seja, a baixa disponibilidade de nitrogênio favorece o aumento da relação entre as raízes e a parte aérea, isto devido ao maior crescimento do sistema radicular em relação à parte aérea. Uma planta bem suprida de nitrogênio possui sistema radicular com melhor desenvolvimento que na planta deficiente em nitrogênio, isto porque os mecanismos envolvidos no crescimento do sistema radicular estão relacionados com o acúmulo de carboidratos na ausência de nitrogênio, tanto na parte aérea como nas raízes (BROUWER, 1962).

A intensa lavagem do substrato dos tubetes utilizados como sementeiras, aliada ao volume reduzido desses recipientes, leva a perdas significativas de alguns nutrientes, principalmente nitrogênio. No cultivo em recipientes, a limitação do volume exige que o substrato seja capaz de manter água facilmente disponível às plantas sem, no entanto, comprometer a concentração de oxigênio no meio (Fermino<sup>18</sup>, 2002, citado por VICHATO, 2004).

Sob deficiência de nitrogênio desenvolvem-se pequenas folhas com o movimento estomático prejudicado. Por outro lado, uma oferta excessiva de nitrogênio causa aumento na respiração e, portanto um menor rendimento fotossintético. A capacidade fotossintética aumenta com o incremento no conteúdo de nitrogênio (expressa em área de folha) de maneira linear em um primeiro momento, sendo que em seguida se mostra saturada em decorrência de outros fatores (LARCHER, 2000).

---

<sup>18</sup> FERMINO, M. H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substrato. In: FURLANI, A M. C. Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. p 29-37. (Documentos IAC, 70).

### 2.3 *Brachiaria decumbens* Stapf CV. Basilisk

Diversas são as espécies de gramíneas forrageiras tropicais que se apresentam como opções para a formação de pastagens no Brasil. As do gênero *Brachiaria* têm-se formado pela capacidade de adaptação às diversas condições ambientais e de manejo da pastagem MONTEIRO et al. (1995). Ocupa espaço cada vez maior nos cerrados, com vantagens sobre outras espécies, devido a proporcionar produção satisfatória da forragem em solos com baixa a média fertilidade (SOARES FILHO, 1994).

A *Brachiaria decumbens* Stapf Família Poaceae é uma das forrageiras mais utilizadas no Brasil central, apresentando boa adaptação a solos ácidos, uma vez que tem alta tolerância a Al e baixa exigência em P e Ca. Entre a suas características agronômicas favoráveis, destaca-se o elevado rendimento de matéria seca, a tolerância à baixa fertilidade dos solos e a elevada agressividade (BOMFIM et al., 2003).

A *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk apresenta larga adaptação climática até 1.750 m. A temperatura ótima para o crescimento é de 30-35°C. Cresce no verão, tem sua produção afetada por baixas temperaturas, sofrendo bastante com a ocorrência de geadas (SOARES FILHO, 1994).

As características gerais da espécie *Brachiaria decumbens* Stapf são: planta perene; ereta ou decumbente, entouceirada, rizomatosa, com enraizamento nos nós inferiores em contato com o solo, denso-pubescente, de coloração geralmente verde-escura, de 30-90 cm de altura, originária da África do sul. Propagando-se pó semente e através de rizomas (LORENZI, 2000).

O gênero *Brachiaria* possui três espécies de ampla disseminação, a saber, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria humidicola*. Estas espécies apresentam bom desempenho produtivo nas maiorias dos solos da região do cerrado, embora expressem seu melhor potencial em situação diferente. Assim, *Brachiaria humidicola* é mais apropriada para solos de baixa fertilidade, sendo também útil para solos

submetidos a encharcamentos periódicos. *Brachiaria decumbens* produz melhor em solos de baixa a média fertilidade, não tolera encharcamento e é bastante suscetível a cigarrinha das pastagens, a principal das pragas das pastagens. *Brachiaria brizantha* produz melhor em solos de fertilidade média a alta, e apresenta relativa resistência a cigarrinha das pastagens (MIRANDA et al., acessado em 29/04/05).

De modo geral uma forrageira durante a fase de crescimento vegetativo, em condições normais de umidade de solo, apresenta 75 a 85% de água (15 a 25% de matéria seca), durante a fase de floração cerca de 65 a 75% de água e na fase de produção de sementes maduras, cerca de 55% (VILELA, 2005).

Do material seco, observa-se que 90% ou mais, é formado de carbono, hidrogênio e oxigênio, além de mais treze minerais, como N, K, P Ca, Mg, S, Zn, Mo, Cl, Fe, Cu, Mn e B TIRITAN (s.d.). A identificação desses elementos como nutriente de plantas atende aos critérios de essencialidade proposta por P. R. Stout & D. I. Arnon (1939), que são: 1) na ausência do elemento a planta não completa seu ciclo de vida; 2) o elemento não pode ser substituído por nenhum outro; 3) o elemento deve ter um efeito direto na vida da planta e não exerce apenas o papel de, com sua presença no meio, neutralizar efeitos físicos, químicos ou biológicos desfavoráveis para o vegetal (MALAVOLTA, 1980).

O nitrogênio é o principal nutriente para a manutenção da produtividade das gramíneas forrageiras, sendo o principal constituinte das proteínas que participam ativamente na síntese dos compostos orgânicos que formam a estrutura vegetal. É, portanto, responsável por características do porte da planta tais como: tamanho das folhas e do colmo, aparecimento e desenvolvimento dos perfilhos etc. Se há deficiência de nitrogênio no solo, o crescimento será lento, as plantas ficam de baixo porte, com poucos perfilhos e o teor de proteína torna-se deficiente (WERNER, 1994).

A planta forrageira durante o crescimento vegetativo tem uma alta proporção de folhas, tem alto conteúdo de umidade, proteína e minerais, e baixo em fibras e lignina. Ao passar do estágio de crescimento vegetativo para reprodutivo sofre várias alterações, em função das características genéticas e é influenciado pelo comprimento do dia e da temperatura. O nitrogênio total de uma gramínea pode cair de 2,02 para 1,83% em 2,5

horas de murcha, a proporção de nitrogênio não protéico sobe de 8,9 para 11,4% do total de nitrogênio e os grupos aminas livres crescem de 2,6 para 5,9%. A quantidade de amônia dobrou (VILELA, 2005).

LIRA et al., (1994), estudando a resposta da *Brachiaria decumbens*, Stapf. sob níveis crescentes de nitrogênio (0; 20; 40 e 60 Kg/ha) e fósforo (0; 60 e 120Kg/ha), observara que houve interação significativa entre N e P na adubação da gramínea. A adubação de 20Kg de N e 60 Kg de P, aumentou a produção de matéria seca de 2,3 para 4,2t/ha, enquanto a adubação de 120Kg de P e 40Kg e 60Kg de N aumentou 5,5 e 6,6t/ha de matéria seca. Em pastagens formadas exclusivamente por gramíneas, o N é, geralmente, um dos principais nutrientes limitantes da produtividade (Valdes & Molina<sup>19</sup>, 1990, citado por LIRA et al. 1994).

Considerando que o conhecimento dos mecanismos de tolerância ao estresse hídrico das forrageiras é importante para explicar e manejar adequadamente as espécies em relação à utilização de nutrientes, KANNO et al., (acessado em 27/012/04), visando avaliar a tolerância de quatro espécies de *Braquiaria*: *B. decumbens*, *B. brizantha*, *B. humidicola* e *B. dictyoneura*, ao estresse hídrico, concluíram que a taxa de crescimento diária e a área foliar foram significativamente reduzidas sob o efeito do estresse hídrico. As plantas apresentaram 95% de sobrevivência após excessiva deficiência hídrica, com exceção da *B. brizantha*.

---

<sup>19</sup> VALDES, G.; MOLINA, A. Principales aspectos acerca de la producción de carne bovina en pastos tropicales. In: VALDES, G.; CASTILLO, E.; RUIZ, M. E. Producción de carne en el tropico. La Habana: Instituto de cinêcia Animal, 1990. p1-53.

### 3. MATERIAL E MÉTODO

#### 3.1 ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido em estufa climatizada, (figura 4), apresentando uma área de 58m<sup>2</sup>. Pode-se controlar a temperatura, determinada média de 25°C.



**FIGURA 4:** Estufa climatizada, utilizada para a instalação do experimento.

O experimento foi instalado em Delineamento Inteiramente Casualizado, em fatorial 3x3 apresentando 9 tratamentos, ou seja, composto de três tratamentos no fator A (nitrogênio) e três tratamentos no fator B (polímero), com 4 repetições cada, com três épocas de amostragem distintas, para dois diferentes substratos.

Logo, cada tratamento é composto de 12 unidades experimentais, (Figura 5). Perfazendo um total de 108 unidades experimentais, para cada substrato. Os vasos utilizados foram de 1,4L ou 0,0014m<sup>3</sup>.



**FIGURA 5:** Disposição das unidades experimentais dentro do tratamento.

### 3.2 CONDUÇÃO DO TRABALHO EXPERIMENTAL

O experimento foi instalado na área experimental no mês de Novembro de 2004.

#### 3.2.1 Procedimentos metodológicos.

Os tratamentos apresentaram as seguintes dosagens dos fatores A e B, segundo tabela 1.

A figura 6, mostra a disposição dos tratamentos dentro da área experimental.

**Tabela 1:** Dosagens dos tratamentos utilizados no trabalho experimental.

<b>FATOR A</b>	<b>NITROGÊNIO</b>	<b>FATOR B</b>	<b>POLÍMERO</b>
<b>Tratamento</b>	<b>Dosagens</b>	<b>Tratamento</b>	<b>Dosagens</b>
0N	0g/vaso	0P	0g/Kg substrato
1N	0,65g/vaso	1P	2g/ Kg substrato
2N	0,70g/vaso	2P	4g/ Kg substrato

**FIGURA 6:** Visão geral dos tratamentos dentro da área experimental.

### 3.2.2 Substratos

Foram utilizados dois tipos de substratos para a condução do experimento, sendo:

#### 3.2.2.1 SUBSTRATO 1 - Cambissolo Háplico Distrófico:

Coletado no município de Contenda -PR, na beira da rodovia 476 Km 168. Para a coleta foi retirado 20 cm da camada superior, utilizando somente o horizonte B, sendo

efetuada a coleta até a profundidade de 60 cm. Este solo coletado foi acondicionado em sacos de rafia e encaminhados a Empresa Conspizza Hidrossemeadura e Consultoria Ambiental Ltda. para posterior preparo. Os resultados das análises são apresentados na (Tabela 2).

O município de Contenda -PR estão situados na zona geomorfológica denominada Primeiro Planalto. O clima é caracterizado como Subtropical Úmido Mesotérmico, com verão fresco (temperatura média inferior a 22°C) e inverno com ocorrências de geadas severas e freqüentes (temperatura média inferior a 18°C), não apresentando estação seca. De acordo com KÖPPEN, é definido como do tipo Cfb, sendo suas principais características um clima subtropical mesotérmico, com verões amenos, geadas severas e sem estação seca definida.

### 3.2.2.2 SUBSTRATO 2- Terra Preta:

Foi utilizado também no experimento, um substrato utilizado pela empresa Conspizza Hidrossemeadura e Consultoria Ambiental Ltda, como fonte de matéria orgânica no processo de hidrossemeadura, sendo no trabalho denominado Substrato Terra Preta.

Anteriormente à colocação dos substratos nos vasos, estes foram, peneirados, separadamente, em peneira de malha de 4mm, visando à retirada de detritos e torrões. Para cada solo foram coletadas várias amostras, as quais, formaram a amostra composta. Após a mistura destas, retirou-se 250g de cada solo, que foi encaminhado ao Laboratório De Fertilidade de Solo da UFPR, para análise de rotina.

### Resultados das Análises Químicas dos Substratos

**Tabela 2:** Análise química do substrato 1.

PH		Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	SB	T	P	S	C	V	m	Ca/Mg
CaCl <sub>2</sub>	SMP	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>							Mg/dm <sup>3</sup>		g/dm <sup>3</sup>	%		
4,60	6,70	0,40	3,00	1,80	0,41	0,27	2,48	5,48	1,20	2,48	19,60	45,26	12,70	4,39

**Tabela 3:** Análise química do substrato 2.

PH		Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	SB	T	P	S	C	V	m	Ca/Mg
CaCl <sub>2</sub>	SMP	cmol/dm <sup>3</sup>							Mg/dm <sup>3</sup>		g/dm <sup>3</sup>	%		
4,10	5,10	2,80	9,70	0,93	0,72	0,08	1,73	11,43	3,90	1,73	17,80	15,14	60,74	1,29

### 3.2.3 Aplicação de calcário

Depois das análises laboratoriais, os solos foram corrigidos com calcário dolomítico filler com PRNT de 100,1%, para elevar a saturação de base a 50%, segundo CFS- RS/SC (1989). Foi incorporado 0,26ton/ha e 3,9ton/ha de calcário para o substrato 1 e substrato 2, respectivamente.

O calcário foi misturado aos solos, até a homogeneização total. Posteriormente, o solo foi coberto com uma lona preta, onde permaneceu durante 10 dias, sendo revolvido a cada 48h.

Após este período, encheram-se os 108 vasos com o substrato 1 - cambissolo Háplico Distrófico, e 108 vasos com a terra preta. Os vasos utilizados apresentavam um volume de 0,0014m<sup>3</sup>.

### 3.2.4 Dosagem e aplicação de nitrogênio

A forma de nitrogênio escolhida para a adubação foi à uréia. A aplicação se deu em uma única aplicação, na adubação de base, segundo CFS-RS/SC (1989). Foi determinado 200Kg N/ha, tanto para o substrato 1 como para o substrato 2. Dessa forma, os tratamentos Fator A, foram compostos por:

- 0N - 0g/vaso
- 1N - 0,35g/vaso (sendo esta a metade da dose recomendada)
- 2N - 0,70g/vaso (total da dose recomendada)

### 3.2.5 Dosagem e aplicação de polímero

As doses de polímeros Conspizza Agrosorb<sup>®</sup> foram determinadas de acordo com as recomendações da própria empresa, sendo que para cada quilograma de solo é recomendado 4g de polímero Conspizza Agorsorb<sup>®</sup>. Portanto, para compor o tratamento, Fator B, foram utilizadas as seguintes doses.

- 0P – 0g de polímero/Kg de substrato;
- 1P- 2g de polímero/Kg de substrato; e
- 2P- 4g de polímero/Kg de substrato.

Este polímero foi misturado na forma seca, (figura 7). Depois de adicionados aos vasos, estes foram devidamente homogeneizados e irrigados até suas capacidades máxima de retenção de água.

### 3.2.6 Aplicação de fertilizantes - Fósforo e Potássio

Foram realizados em todos os tratamentos a adubação com fósforo e potássio, para equilibrar a adubação, e a plantas expressassem apenas o fator nitrogênio e polímero.

#### Substrato 1 - Cambissolo Háptico Distrófico

De acordo com as análises laboratoriais dos substratos, identificou-se a seguinte necessidade de adubação: 140Kg de  $P_2O_5$ / ha; 80Kg de  $K_2O$ / ha. Assim foram adicionados aos vasos: 0,50g de Super Fosfato Simples; 0,22g de Cloreto de Potássio.

#### Substrato 2 - Terra Preta

Foi necessária a adubação para este substrato nas seguintes proporções: 110Kg de  $P_2O_5$ / ha; 110Kg de  $K_2O$ / ha, sendo utilizados por vasos: 0,50g de Super Fosfato Simples e 0,22g de cloreto de potássio.



**FIGURA 7:** Detalhe da aplicação do polímero nos vasos.

### 3.2.7 Sementes de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk

Foi semeado, em cada vaso depois de adubado e adicionado o polímero, 0,07g de semente, ou seja, 20Kg de semente/ha. Esta semente utilizada apresentava as seguintes características: pureza 85,2%; germinação de 78%, perfazendo um valor cultural de 66,45%, de acordo com o Laboratório de Análise de Sementes de Campinas – LASC.

### 3.2.8 Irrigação

A irrigação se deu através do critério de encharcamento superficial do solo, realizado inicialmente diariamente até uma semana após a germinação das sementes. Após realizou-se a irrigação a cada dois dias.

## 3.3 AVALIAÇÃO DO EXPERIMENTO

As avaliações ocorram em três etapas ao longo dos 150 dias do ciclo da planta. A primeira etapa de avaliação foi aos 30 dias após a germinação das sementes. As 2ª e 3ª

avaliações ao 90 e 150 dias da germinação, respectivamente. Para cada etapa de avaliação foram coletadas quatro amostras aleatórias de cada tratamento.

### 3.3.1 Amostragem da parte aérea

Após a seleção aleatória das plantas a serem amostradas de cada tratamento, estas foram determinadas as alturas, cortadas, com auxílio de tesoura de poda, a uma distancia de 2cm do substrato, e acondicionadas em cartuchos de papel, devidamente identificadas.

### 3.3.2 Amostragem do sistema radicular

Os vasos, após o corte da parte aérea, foram encaminhados ao laboratório e com auxílio de água foi separado todo o substrato das raízes. Depois das raízes limpas, com auxílio de uma pinça, foi retirado todo o polímero aderido a ela. Estas raízes foram acondicionadas em cartuchos de papel devidamente identificados.

Para a avaliação do experimento determinaram-se os seguintes parâmetros de cada planta amostrada:

- Altura;
- Massa seca;
- Nitrogênio total foliar;
- Eficiência de utilização do nitrogênio;

Para a avaliação do substrato 2, foi avaliada apenas a resposta aos 150 dias de idade da planta, em comparação com o substrato 1, a fim de determinar a eficiência do polímero ao final do ciclo das plantas.

### 3.3.3 Determinação da altura

As plantas amostradas foram medidas com auxílio de uma trena, para a determinação da altura das plantas.

#### 3.3.4 Determinação da massa seca

As amostras da parte aérea e radicular das plantas acondicionadas nos cartuchos de papel foram pesadas em balança eletrônica portátil com precisão para leitura de 0,1g. Com este determinou-se o peso úmido das amostras. Após esta pesagem as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Fitotecnia da UFPR, as quais foram secas em estufas com ventilação forçada, à temperatura de 65°C até atingirem peso constante, o qual se deu aproximadamente após 72h, foram então pesadas e determinado o peso seco das amostras.

#### 3.3.5 Determinação do nitrogênio total foliar

Após determinação da massa seca, as partes aéreas das plantas foram encaminhadas para o Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas da UFPR para a determinação do nitrogênio total pelo método de Kjeldahl.

#### 3.3.5 Determinação da eficiência da utilização do nitrogênio

Dos resultados da massa seca foliar foi possível determinar a eficiência da utilização do nitrogênio ( $\text{Kg Ms/ Kg N}$ ) pelas plantas de *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilik, em relação a quantidade de nitrogênio aplicada.

### 3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados levantados em cada amostragem realizada foram analisados estatisticamente pelo programa MSTAT-C, utilizando como método de comparação de médias o Teste de Tukey ( $P < 0.05$ ), aos níveis de variância e significância dos dados.

## 4. RESULTADO E DISCUSSÃO

### 4.1 PARÂMETROS DE CRESCIMENTO das plantas de *Brachiaria decumbens* Cv. Basilisk PARA O SUBSTRATO1

#### 4.1.1 Altura das plantas

Os valores determinados durante a realização do experimento nas três épocas de amostragem das plantas de *Brachiaria decumbens* referente à altura das plantas, são apresentadas na tabela 4.

**TABELA 4:** Altura das plantas de *Brachiaria decumbens* (cm) em função da interação polímero nitrogênio(g) e da época de amostragem.

NITROGENIO (Kg/ha)	POLIMERO (g/Kg)	EPOCA DA AMOSTRAGEM		
		30DIAS	90 DIAS	150 DIAS
0	0	9,300 a	4.350 b	19,000 c
	2	16,375 a	6,450 ab	25,500 b
	4	17,500 a	9.775 a	33,250 a
100	0	27,000 c	48,925 c	70,250 c
	2	39,750 b	59,150b	99,250 a
	4	34,325 a	75,050 a	92,250 b
200	0	34,500 c	52,700 c	79,000 c
	2	50,500 b	60,800 b	96,500 a
	4	55,750 a	73,975 a	90,500 b

C.V (30dias)13.34%; CV. (90dias):6,61%; CV. (150dias):3,20%Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto aos resultados relativos à altura, ao final do ciclo das plantas, observou-se que não houve diferença práticas entre os tratamentos que receberam a dose total de nitrogênio (200Kg/ha) e os que receberam a metade da dose (100Kg/ha). Quando cultivadas na presença de polímero (2g/Kg) apresentaram resultados maiores (99,25ton/ha) em comparação a dose 4g/Kg de polímero (96,5ton/ha).

Com a presença de polímero hidrorretentor aumentou em 141% o porte das plantas quando aplicado a metade da dose ideal (100Kg), e apenas 122% para plantas adubadas com a dose adequada.

Na ausência de nitrogênio, aos 150 dias de idade, o polímero hidrorretentor auxiliou em um maior porte das plantas, resultado obtido provavelmente pela maior disponibilidade de água às plantas.

Os dados obtidos corroboram aos de MONTEIRO (1995), que verificou que os tratamentos com omissão de N e P e testemunha (sem os macronutrientes) foram os que mais limitaram o desenvolvimento das plantas de *B. brizantha* cv. Marandu e conseqüentemente a produção de massa seca o que também refletiu na altura das plantas.

A utilização de polímero hidrorretentor proporcionou um crescimento inicial mais pronunciado as plantas em comparação com os tratamentos que não receberam a adição de polímero hidrorretentor (tabela 4). Estes resultados são importantes quando se visa uma rápida cobertura e proteção do solo. Observando maiores respostas na adição da dose de 4g/Kg de polímero, com exceção ao tratamento que recebeu 100Kg/ha, no qual a melhor resposta foi obtida pela aplicação de 2Kg/ha.

De acordo com a análise de variância realizada para cada época de amostragem, tabela 14, 15e 16 (ANEXO), respectivamente, comparando-se os valores de F encontrados com os valores F requeridos, concluí-se que a interação entre fator A (nitrogênio) e fator B (polímero), foi significativos para as três épocas de amostragem.

Quando da comparação entre os valores médios medidos, realizada pelo Teste de Tukey ( $P < 0.05$ ), tabela 4 revela para as três épocas de amostragem houve diferenças estatísticas entre os tratamentos com aplicação do polímero hidrorretentor.

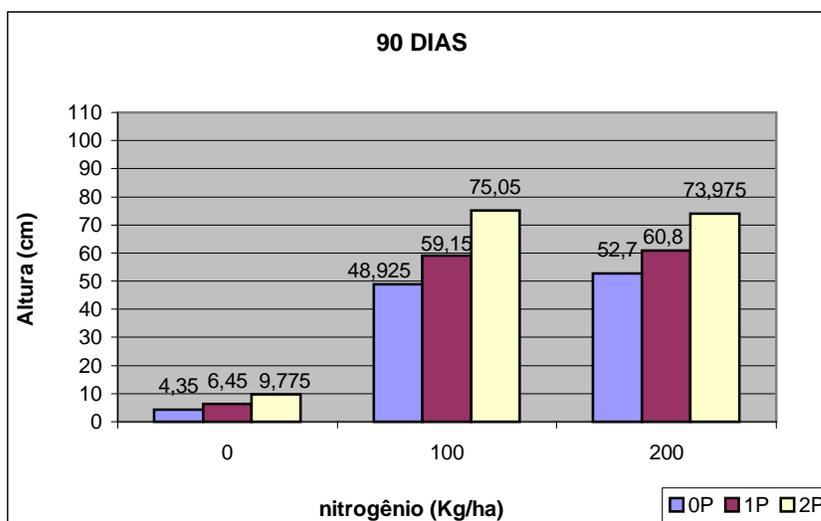
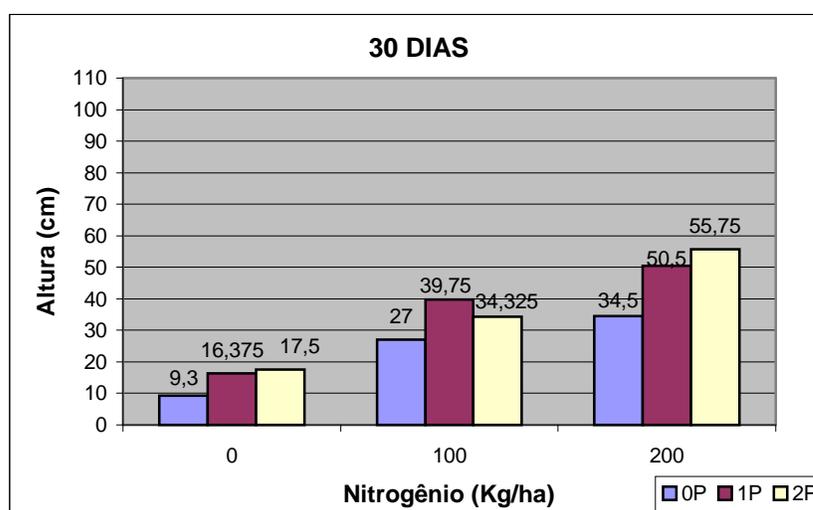
Com o uso de polímeros hidrorretentores, pode-se afirmar que a redução da dose de nitrogênio pode ser praticada, sem que isso acarrete prejuízos com relação ao desenvolvimento e porte das plantas de *Brachiaria decumbens* cv, Basilisk. Segundo VICHATO et al. (2004), os polímeros hidrorretentores têm a habilidade de promover o crescimento da planta quando nutrientes são incorporados a sua matriz, e assim liberá-los a planta quando necessário.

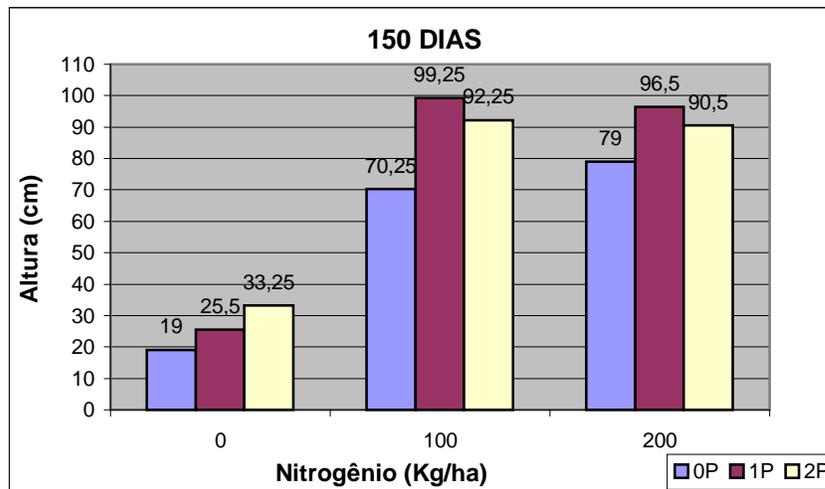
Estes resultados possivelmente ocorreram devido a maior absorção do nitrogênio presente no solo, ou seja, o polímero hidrorretentor adicionado ao solo proporcionou uma maior eficiência na utilização do nitrogênio pelas plantas. No estudo realizado por

AZEVEDO (2002), adição de polímero também proporcionou um maior crescimento em altura de plantas de café quando o regime de rega foi mais severo.

O polímero hidrorretentor proporcionou as plantas de *Brachiaria decumbens* Cv. Basilisk, demonstrar todo seu potencial de crescimento mesmo com reduzida quantidade de nitrogênio. O padrão de produção desta cultivar é de 60 a 100cm de altura (CPAF, 1996).

Os gráficos da figura 8 apresentam visualmente a respostas da adição do polímero hidrorretentor e nitrogênio no substrato 1 (cambissolo háplico), no qual podemos visualizar perfeitamente que a adição de polímero pode reduzir a utilização de nitrogênio pela plantas de *Brachiaria decumbens*.





**FIGURA 8:** Comparativo da altura média por plantas, submetidas a diferentes doses de nitrogênio e polímero para as amostragens aos 30, 90 e 150 dias de idade.

#### 4.1.2 Massa Seca foliar

As médias originais da produção da massa seca foliar das plantas de *Brachiaria decumbens* na TABELA 5 em função das doses de polímero e níveis de adubação nitrogenada.

Pelos resultados da análise de variância tabelas 17, 18 e 19 (ANEXO) respectivamente, pode-se verificar que houve efeito significativo ( $P < 0.05$ ) da interação adubação nitrogenada e aplicação de polímero para a produção de massa seca. Foi verificado também, efeito significativo do fator A (nitrogênio) e fator B (polímero), para todas as épocas de amostragens.

As análises estatísticas, destes resultados foram desenvolvidas pelo Teste de Tukey ( $P < 0.05$ ) para as três épocas de amostragem.

**TABELA 5:** Medias da massa seca foliar (ton ha<sup>-1</sup>) das planta de *Brachiaria decumbens* cv.Basilisk, nas três épocas de amostragem.

NITROGENIO	POLIMERO	EPOCA DA AMOSTRAGEM		
		30DIAS	90 DIAS	150 DIAS
0	0	0,575 <b>c</b>	5,148 <b>a</b>	10,840 <b>a</b>
	2	0,893 <b>b</b>	5,285 <b>a</b>	9,463 <b>ab</b>
	4	1,756 <b>a</b>	5,257 <b>a</b>	8,523 <b>b</b>
100	0	5,387 <b>c</b>	9,908 <b>c</b>	31,960 <b>b</b>
	2	6,030 <b>b</b>	15,503 <b>a</b>	27,811 <b>a</b>
	4	6,702 <b>a</b>	13,610 <b>b</b>	36,728 <b>a</b>
200	0	5,803 <b>c</b>	10,658 <b>b</b>	34,957 <b>a</b>
	2	6,589 <b>b</b>	16,744 <b>a</b>	28,477 <b>b</b>
	4	7,004 <b>a</b>	16,184 <b>a</b>	36,411 <b>a</b>

C.V (30dias): 2,21%; CV. (90dias): 3,22%; CV. (150dias): 3,89% Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Aos 30 dias do ciclo, a diferença estatística dentro de cada tratamento nos três níveis de nitrogênio utilizado, verificou que os tratamentos nos quais utilizou-se a metade da dose de nitrogênio (100Kg/ha), independente do nível de polímero adicionado, apresentaram os resultados semelhantes aos tratamentos que receberam as doses ideais de nitrogênio (200Kg/ha), as mesmas tendências foram obtidas para as outras duas épocas de amostragem.

Menores resultados foram encontrados nos tratamentos que não receberam nitrogênio, sendo para 100Kg/ha, 936%, 675% e 381% e 1009%, 737% e 398% para 200Kg/ha, para 0, 2 e 4g/Kg de polímero aplicado, respectivamente.

Isto porque o nitrogênio é fator limitante no rendimento forrageiro, pois é importante para seu crescimento, acelera a formação folhas novas, perfilhos, aumentando assim sua produção. Porém, o polímero aplicado não proporcionou que efeito negativo a reduzida dose de nitrogênio se evidenciasse nas plantas.

Aos 90 dias de idade, a presença do polímero, aumentou consideravelmente a produção de massa seca das plantas, para 2g/Kg, 156% e 137% , e na dose de 4g/Kg o incremento alcançou 157% e 152%, para as doses de 100 e 200 Kg N/ ha respectivamente,

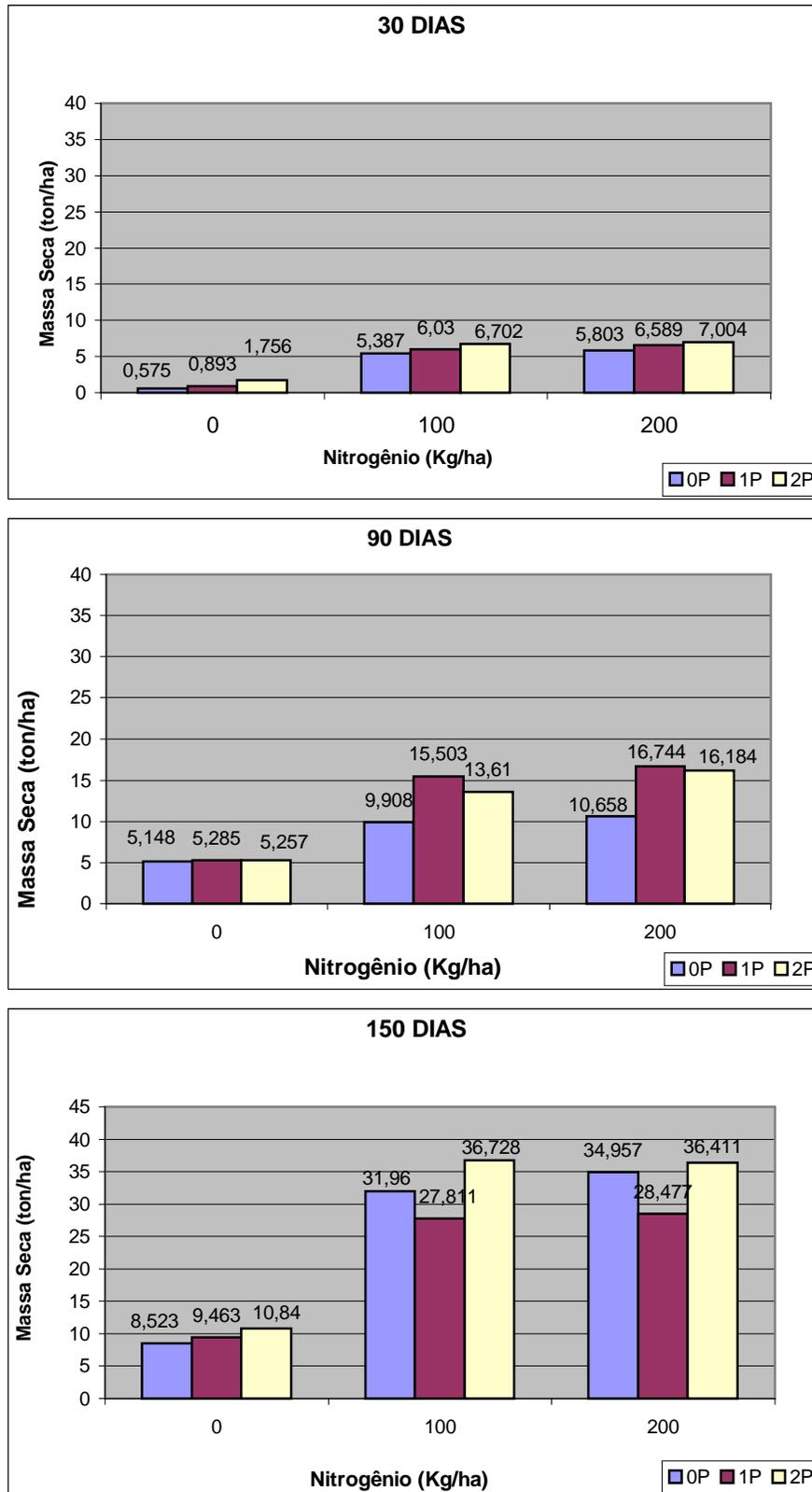
em relação tratamentos que não receberam a adição de polímero. Isso leva a inferir que com a utilização de polímero hidrorretentor pode-se reduzir há metade da dose exigida de nitrogênio pelas plantas de *Brachiaria decumbens* sem alterar a produção de massa seca, ou seja, a aplicação de nitrogênio para o desenvolvimento da *Brachiaria decumbens* poderá ser reduzida à metade quando se utiliza o polímero hidrorretentor incorporado ao solo, até dose de 4g/Kg de solo. Principalmente quando é focalizada a produção da espécie para a rápida cobertura do solo.

Aos 150 dias de idade, época em que as plantas completam seu ciclo, foi evidente a melhor performance das plantas na presença de polímero na dose de 4g/Kg. Pois, nesta época é limitante o conteúdo de nitrogênio no solo, devido a não reposição pela adubação em cobertura. A adição de polímero resultou em um desenvolvimento mais evidente que os tratamentos que não foram adicionados. Com exceção dos tratamentos que não receberam doses de nitrogênio, não foi observada diferença significativa da produção de massa seca, quando adicionado polímero hidrorretentor aos vasos.

O polímero possivelmente promoveu um maior aproveitamento do nitrogênio presente no solo pelas plantas de *Brachiaria decumbens*, provavelmente devido à redução da perda deste nutriente do solo, e aumentando a disponibilidade deste para as plantas. Estes resultados de massa seca foliar não concordam com os resultados encontrados por SITA (2002), que relata ter ocorrido uma nítida diminuição na biomassa com o aumento nas doses de polímero, e VICHATO et al. (2004), em porta -enxertos de tangerina.

Corroborando ao observado em plantas de pimentão por TITTONELL, et al. (2002), estudando a adição de polímero superabsorvente em meio de crescimento, obteve maiores pesos secos das plantas quando se adicionou polímero ao meio de crescimento.

Os gráficos da figura 9 apresentam a variação da massa seca das plantas de *Brachiaria decumbens*, por doses de polímero comparando os resultados dos tratamentos ao longo do ciclo das planta. A utilização de polímero hidrorretentor promoveu um aumento na massa seca das plantas em todas as épocas de amostragem.



**FIGURA 9:** Comparativo da massa seca média por planta de *Brachiaria decumbens*, submetidas a diferentes doses de nitrogênio para a amostragem aos 30, 90 e 150 dias do ciclo.

#### 4.2 DETERMINAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DO NITROGÊNIO pelas plantas de *Brachiaria decumbens* Cv. Basilisk PARA O SUBSTRATO 1.

Na tabela 6, encontram-se os dados obtidos da eficiência de utilização do nitrogênio, nas três épocas de amostragem, em função das doses de polímero adicionado ao substrato 1.

Verifica-se que em todas as épocas de amostragem, a eficiência de utilização do nitrogênio decresce à medida que se aumenta a dose de nitrogênio. Resultados concordam com a literatura referente ao desenvolvimento de gramíneas a qual apresenta uma diminuição da eficiência do uso do nitrogênio com o aumento das doses de nitrogênio aplicadas, ou seja, há um aumento na massa seca mas esse aumento é proporcionalmente menor em relação à dose anterior JOBIM et al. (1988).

Continuando a observar a tabela 6, em todas as épocas, os dados sugerem que, na ausência de polímero hidrorretentor a eficiência na utilização do nitrogênio, foi menor quando comparado com os tratamentos que foram tratadas com polímero, com exceção dos resultados obtidos aos 30 dias de idade. Indicando que o polímero ajudou as plantas de *Brachiaria decumbens* em utilizar mais eficientemente o nitrogênio aplicado. Provavelmente o polímero hidrorretentor promoveu uma menor perda de nitrogênio do solo, proporcionando maior quantidade deste nutriente disponível para as plantas.

Segundo Mikkelsen et al.<sup>20</sup> (1993) citado por SITA, (2002), a lixiviação do nitrogênio foi reduzida em 45% quando adicionou polímero hidrorretentor no solo arenoso em estudo e as plantas de *Festuca arundinacea*, aumentaram sua produção em 40%. (NISSSEN, 1994) polímeros hidrorretentores são capazes de atuar com fornecedores de nutrientes, diminui a lixiviação de nutrientes, como potássio, magnésio e nitratos.

Para os resultados obtidos aos 150 dias de idade das plantas, verificou-se que a melhor eficiência na utilização do nitrogênio foi obtida com a utilização de 4g/kg de

---

<sup>20</sup> MIKKELSEN, R. L.; BEHEL, A. D.; WILLIAMS, H. M. Addition of gel-forming hydrophilic polymers to nitrogen fertilizer solutions. Fertilizer Research, The Hague, v.36, p.55-61, 1993.

polímero hidrorretentor, e a utilização de 100Kg de nitrogênio por hectare, representando 110,46% e 141,1% para as doses de 0g/Kg e 2g/Kg, respectivamente.

Devido a melhor eficiência na utilização do nitrogênio pelas plantas na presença de polímero hidrorretentor e a não constatação de diferença prática entre as duas doses de nitrogênio aplicado, pode-se inferir que com a utilização do polímero hidrorretentor pode-se reduzir as doses de adubação nitrogenada sem afetar o desenvolvimento das plantas.

**TABELA 6:** Incremento e eficiência na utilização do nitrogênio, para as três épocas de amostragem das plantas de *Brachiaria decumbens* para a adição de polímero hidrorretentor e nitrogênio ao substrato 1.

Doses de Polímero (g/Kg)	Doses de Nitrogênio (Kg/ha)	Eficiência na utilização do nitrogênio aplicado (Kg MS/Kg N)		
		Época de amostragem (dias)		
		30	90	150
0	0	-	-	-
	100	48,12	47,60	234,37
	200	26,14	27,55	132,17
2	0	-	-	-
	100	51,37	102,18	183,48
	200	28,48	57,295	95,07
4	0	-	-	-
	100	49,46	83,53	258,88
	200	26,24	54,635	127,85

#### 4.3 TEOR DE NITROGÊNIO TOTAL FOLIAR das plantas de *Brachiaria decumbens* Cv. Basilisk PARA O SUBSTRATO 1

De acordo com a análise de variância realizada para cada época de amostragem, tabelas 20, 21 e 22 (ANEXO) respectivamente, comparando-se os valores de F encontrados com os valores F requeridos, concluí-se que a interação entre fator A (nitrogênio) e fator B (polímero), foram significativos para as épocas de amostragens ao 30 e 90 dias, enquanto ao 150 dias esta interação apresentou-se não significativo. O fator A (Nitrogênio) apresentou-se muito significativo apenas para amostragem aos 30 e 90 dias de idade, sendo não significativo para os 150 dias de idade. O Fator B (polímero) apresentou-se significativo aos 30 e 150 dias, não significativo aos 90.

Quando da comparação entre os valores médios obtidos, realizada pelo Teste de Tukey ( $P < 0.05$ ), tabela 7 revela para as três épocas de amostragem houve diferenças estatísticas entre os tratamentos com aplicação do polímero hidrorretentor.

Os teores de N-total nas plantas, em respostas a adição de nitrogênio e doses de polímero, estão dispostos na (tabela 7). Na ausência do polímero a concentração de nitrogênio diminuiu com a aplicação de doses mais elevadas de nitrogênio e houve um decréscimo da concentração ao longo do ciclo da planta. Até os 30 dias de idade as plantas de *Brachiaria decumbens* apresentaram as maiores médias de concentração de nitrogênio total foliar (57,1 g/Kg), ocorreu na dose de 100 Kg N/ha. Devido, ao período de crescimento vegetativo mais ativo da plantas está intimamente ligado com maiores taxas de absorção de nutrientes.

As concentrações de nitrogênio totais foram diminuídas com a adição de polímero. Ao contrario dos resultados referente à amostragem aos 150 dias de idade que apresentou concentração de nitrogênio total nas folhas semelhante para todas as doses de polímero adicionado ao substrato. Na dose de 4g/Kg de polímero os resultados foram menores que na dose de 2g/Kg. Houve uma redução de 15%, 37% para 100 e 200 Kg N/ha aos 30 dias de idade, enquanto na dose de 0 Kg n/ha houve um aumento de 15%. Aos 90 dias de idade a redução foi verificada na dose de 0 e 200 Kg N/ha, sendo 11% e 22%, respectivamente. Enquanto que na dose de 100 Kg N/ha não foi observado diferença entre as doses de 2 e 4g/Kg de polímero aplicado.

Aos 150 dias, a redução na concentração de N total foliar, foi observado apenas nas doses de 100 e 200 Kg N/ha, 7% e 20%, respectivamente. Não verificando diferenças no tratamento com ausência de nitrogênio na adubação.

A adição de polímero ao substrato 1 – cambissolo háplico distrófico, não apresentou nenhum efeito para o aumento da concentração de n-total aos 90 e 150 dias de idades, enquanto aos 30 dias de idade este efeito foi muito significativo, sendo portanto prejudicial ao acúmulo deste nutriente nas folhas da *Brachiaria decumbens*.

Concordando com os resultados publicados por VICHATO (2004), que apresentou em seus estudos com porta-enxerto de tangerina Cleópatra, uma redução na concentração de N-total foliar com a adição de polímero ao substrato. Contradizendo, TAYLOR & HALFACRE (1986) que verificaram teores de N superiores em todos os tecidos das plantas de *Ligustrum lucidum* tratadas com polímero hidrorretentores, em comparação com plantas não tratadas.

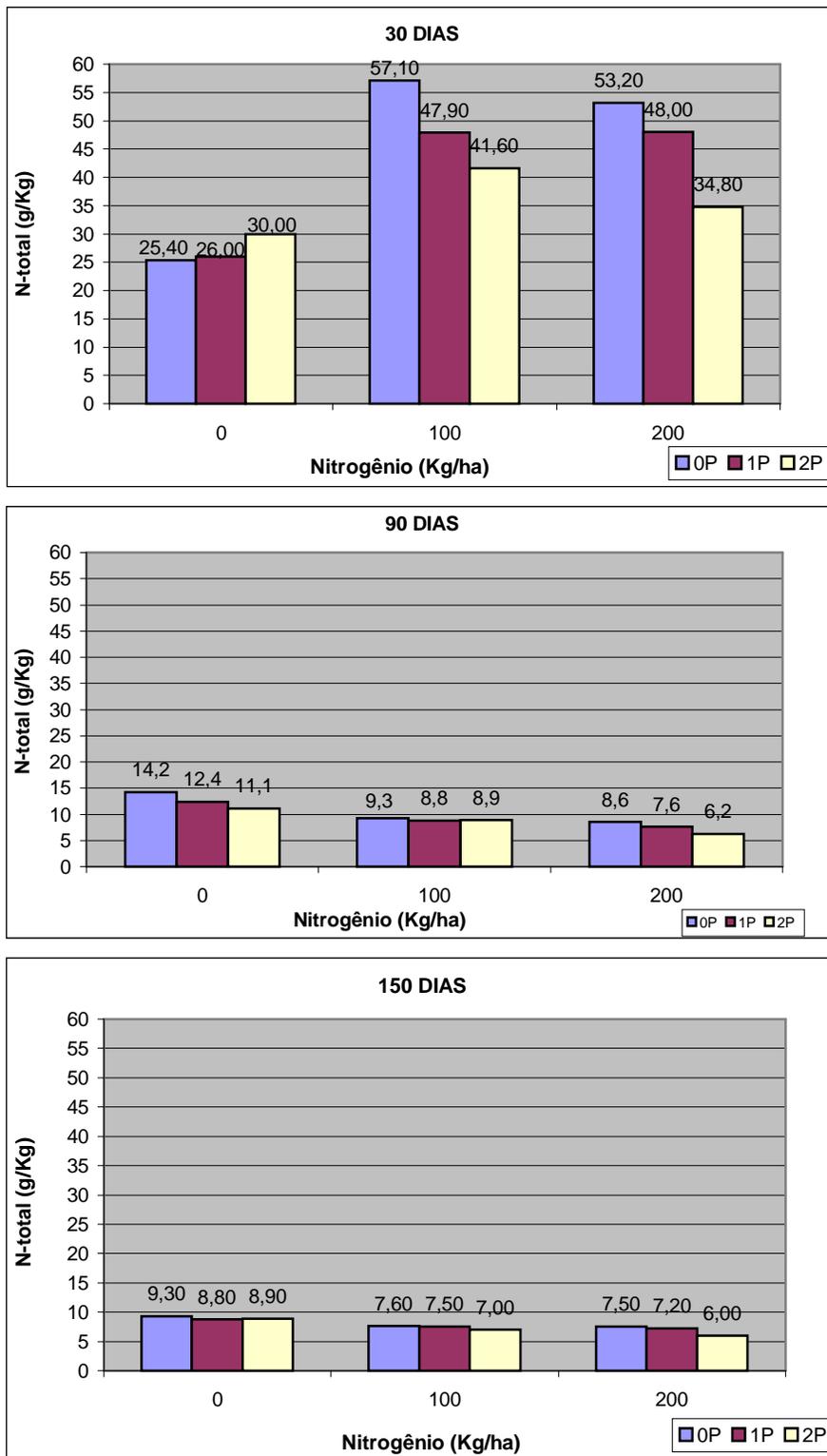
O aumento significativo na concentração de minerais na planta só ocorre quando a absorção do mineral está acima das necessidades de crescimento da planta (CORSI & SILVA, 1994).

Os gráficos da figura 10, apresentam visualmente o efeito da adição do polímero hidrorretentor no teor de nitrogênio total nas folhas de *Brachiaria decumbens*.

**TABELA 7:** Teores de nitrogênio total nas plantas de *Brachiaria decumbens* (g/Kg) em função da interação polímero nitrogênio(g) e da época de amostragem.

NITROGENIO	POLIMERO	EPOCA DA AMOSTRAGEM		
		30DIAS	90 DIAS	150 DIAS
0	0	25.40 a	14.20 a	9.30 a
	2	26.00 a	12.40 b	8.80 b
	4	30.00 a	11.10 c	8.90 ab
100	0	57.00 a	9.30 a	7.60 a
	2	47.90 b	8.80 a	7.50 a
	4	41.60 c	8.90 a	7.00 b
200	0	53.20 a	8.60 a	7.50 a
	2	48.00 b	7.60 a	7.20 a
0	0	34.80 c	6.20 b	6.00 b

C.V (30dias):6,94%; Cv. (90dias): 21,73%; cv. (150dias):15.33% Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.



**FIGURA 10:** Comparativo do nitrogênio total foliar médio por plantas, submetidas a diferentes doses de nitrogênio e polímero para as amostragens aos 30, 90 e 150 dias de idade.

#### 4.4 MASSA SECA RADICULAR das plantas de *Brachiaria decumbens* Cv. Basilisk PARA O SUBSTRATO 1

Observa-se que nos tratamentos com ausência da adubação nitrogenada, independente da adição de polímero, a massa seca radicular decresceu com o desenvolvimento das plantas de *Brachiaria decumbens*, os mesmos efeitos ocorreram considerando o efeito do polímero na produção de massa seca nos tratamentos na ausência de nitrogênio.

Quando o nitrogênio é o fator limitante do crescimento ocorre na planta um acúmulo de carboidratos no sistema radicular e parte aérea. Desse modo, o nitrogênio absorvido tenderia a reagir com os carboidratos do sistema radicular, beneficiando esta em detrimento da parte aérea. Até que a disponibilidade de nitrogênio aumente, e a síntese de carboidratos seja restabelecida também na parte aérea (BROUWER, 1962).

As análises estatísticas, destes resultados foram desenvolvidas pelo Teste de Tukey ( $P < 0.05$ ) para as três épocas de amostragem tabela 8.

A análise de variância para os dados de massa seca de raiz das plantas de *Brachiaria decumbens*, considerando como fatores de variação, os níveis de polímero e as dose de nitrogênio, comparando o valor de F calculado com o F requerido, foi significativo, em todas as épocas de amostragem, para as interações entre os fatores com também para os fatores isoladamente, tabelas 23, 24 e 25 (ANEXO) respectivamente.

Os gráficos abaixo mostram visualmente o efeito da interação polímero e nitrogênio no final do ciclo das plantas de *Brachiaria decumbens*.

Nos tratamentos que receberam adubação nitrogenada foi verificado efeito positivo na aplicação do polímero hidrorretentor. Em todas as épocas de amostragem, a dose de 4g/Kg de polímero apresentou melhores resultados. Confirmando portanto, que a aplicação conjunta do polímero hidrorretentor e uréia, auxiliam na produção da planta de *brachiaria decumbens*. Os dados discordam de SITA (2002), que notou uma tendência negativa na

produção de massa seca radicular, com o aumento na doses de polímero em plantas de crisântemo.

Ao contrário da produção de massa seca radicular, verificou-se efeito na aplicação de polímero na produção de massa seca foliar.

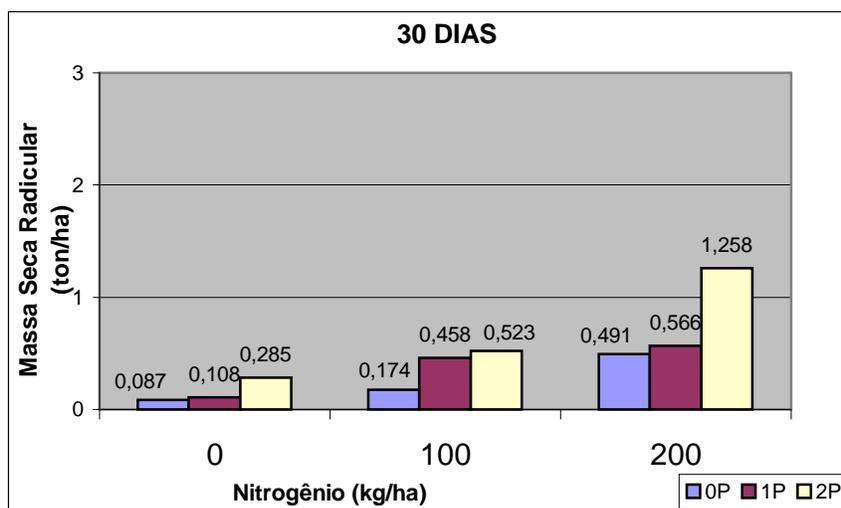
A massa seca das raízes, para as diferentes doses de polímero em função das doses de nitrogênio aplicadas aos vasos, nas diferentes épocas de amostragem são mostrados nos gráfico da figura 11.

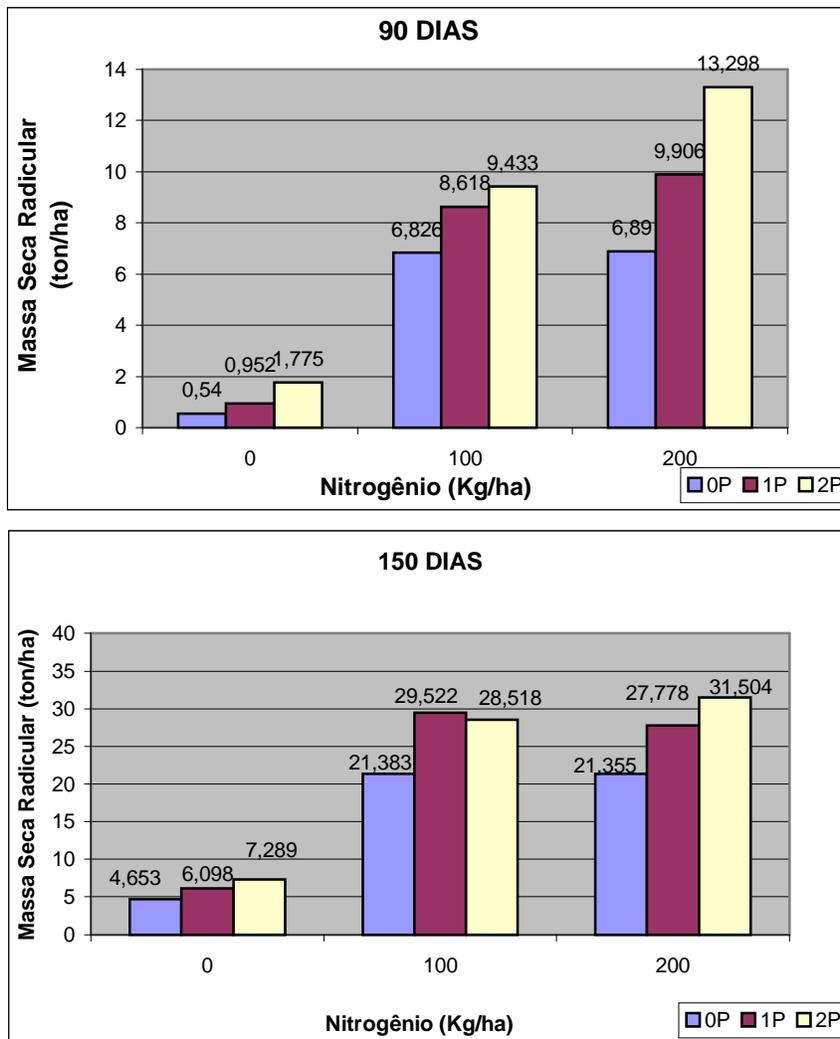
**TABELA 8:** Efeito da adição de polímero hidrorretentor, na massa seca radicular (g) nas diferentes doses de nitrogênio em plantas de *Brachiaria decumbens* nas três épocas distintas de amostragem.

NITROGENIO	POLIMERO	EPOCA DA AMOSTRAGEM		
		30DIAS	90 DIAS	150 DIAS
N0	P0	0,087 a	0,540 b	4,653 b
	P1	0,108 c	0,952 b	6,098 ab
	P2	0,285 b	1,775 a	7,289 a
N1	P0	0,174 c	6,826 c	21,383 b
	P1	0,458 b	8,618 b	29,522 a
	P2	0,523 a	9,433 a	28,518 a
N2	P0	0,491 c	6,989 c	21,355 c
	P1	0,566 b	9,906 b	27,778 b
	P2	1,258 a	13,298 a	31,504 a

C.V.:13,12% (30 dias); C.V. 6,94% (90 dias) ;C.V: 6,48%(150 dias)

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.





**FIGURA 11:** Comparativo da massa seca radicular média por planta, submetidas a diferentes doses de nitrogênio para as três doses de polímero nas três épocas de amostragem.

#### 4.5 PARÂMETROS DE CRESCIMENTO das plantas de *Brachiaria decumbens* PARA O SUBSTRATO 2.

##### 4.5.1 Altura das plantas

Quando da comparação entre os valores médios medidos, realizada pelo Teste de Tukey ( $P < 0.05$ ), para amostragem realizada aos 150 dias de idade, podemos observar que houve diferenças estatísticas entre os tratamentos com a aplicação da dose total e a metade da dose de nitrogênio ao longo do ciclo da planta, tabela 9.

As análises de variância referentes à altura das plantas aos 150 dias de idades, estão dispostas na tabela 26 (ANEXO). correlacionando os valores de F encontrado com os valores de F requeridos, concluí-se que a interação entre fator A (nitrogênio) e fator B (polímero) foi muito significativo.

**TABELA 9:** Médias originais da altura das plantas de *Brachiaria decumbens*, aos 150 dias de idade, em função da interação polímero e nitrogênio (valores em cm).

POLIMERO	NITROGÊNIO		
	N0	N1	N2
P0	45,00 a	79,75 a	73,50 b
P1	50,00 a	82,25 a	93,75 a
P2	53,75 a	87,25 a	92,00 a

CV:8,08% Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observando os dados dispostos na tabela 9, em comparação com os resultados obtidos com o substrato 1, na ausência de adubação nitrogenada, aos 150 dias de idade, verificou-se que as plantas cultivadas no substrato 2, apresentaram maior crescimento, aumento aproximadamente 42, 51 e 62% para 0g/Kg 2g/Kg e 4g/Kg de polímero, respectivamente.

Continuando a observar os dados da tabela 9, em comparação aos encontrados pelo experimento realizado no, na ausência de adubação nitrogenada, as plantas apresentaram crescimento mais pronunciado, provavelmente devido a CTC original maior e a maior

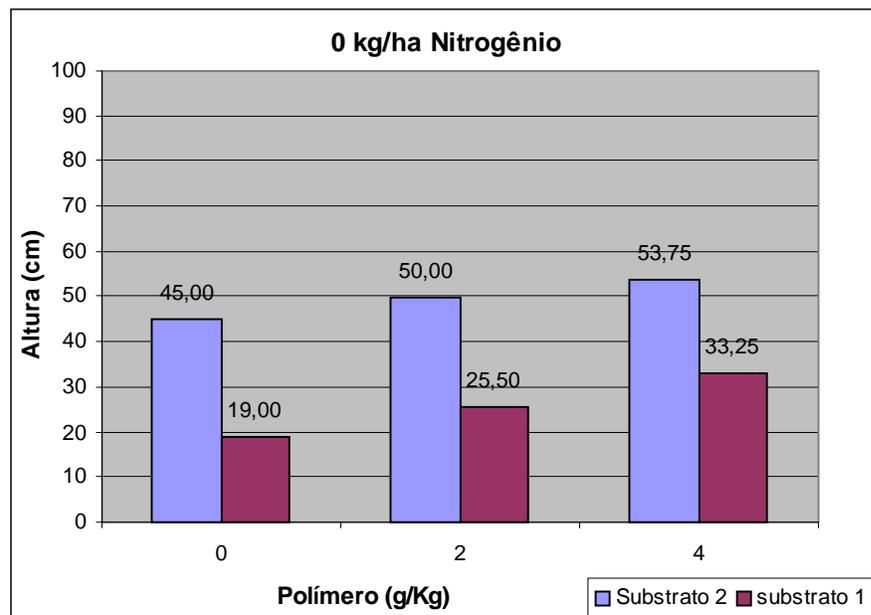
porosidade, na terra preta, observada durante o experimento, conferindo a ele mais capacidade de armazenar nutrientes.

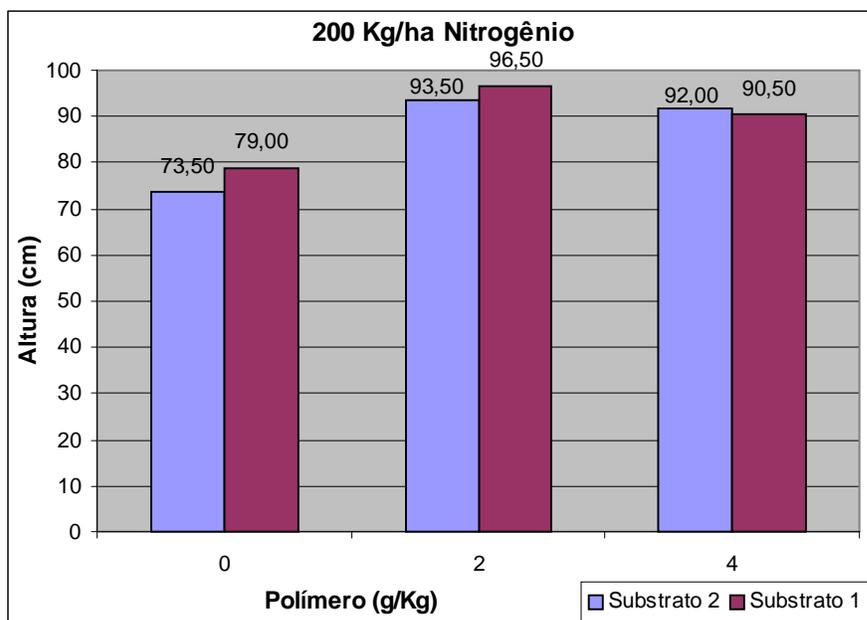
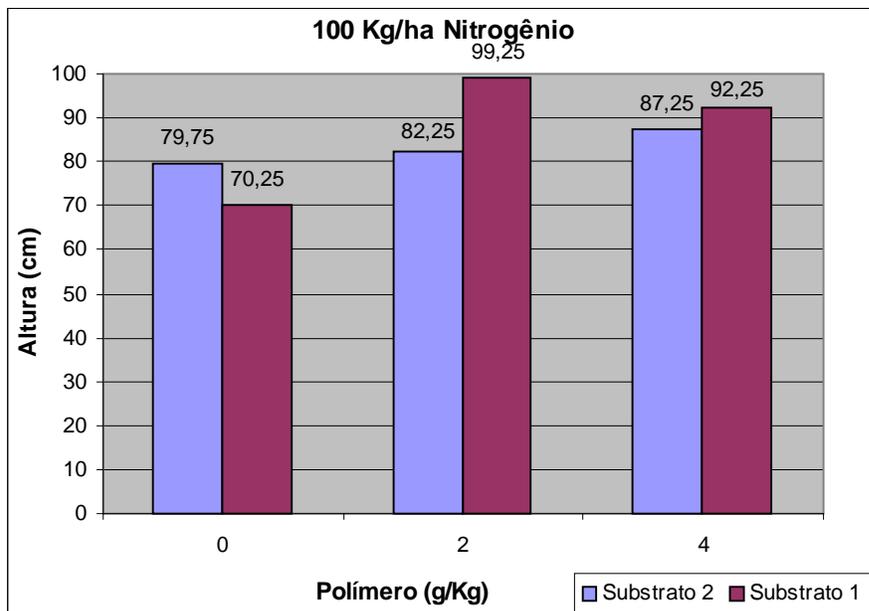
A capacidade de troca iônica dos solos representa a graduação da liberação de vários nutrientes, favoráveis a manutenção da fertilidade por um prolongado período de tempo e reduzindo ou evitando a ocorrência de efeitos tóxicos da aplicação de sais fertilizantes (TOMÉ JR., 1997).

Na presença de adubação nitrogenada essa diferença não foi muito nítida quando se aplica o polímero ao solo. Com exceção do tratamento que recebeu 2g/Kg de polímero e dose de 100Kg/ha de nitrogênio.

Na terra preta os melhores resultados referente a altura das plantas, foram encontrados com a aplicação da dose total de N, mas utilizando a dose mais elevada de polímero as diferenças não apresentaram diferenças práticas significativas.

Os gráficos da figura 12 apresentam a diferença encontrada entre os dois tipos de substrato estudado, no final do ciclo das plantas.





**FIGURA 12:**Comparativo da altura média das plantas, entre substrato 2 e substrato1, aos 150 dias de idade.

#### 4.5.2 Massa seca foliar

Pelos resultados da análise de variância tabela 27(ANEXO), pode-se verificar que não houve efeitos significativos entre a interação adubação nitrogenada e aplicação de

polímero para a produção de massa seca, na amostragem realiza aos 90 dias de idade, enquanto verificou diferenças significativas ( $P < 0.05$ ), para os resultados obtidos aos 30 e 150 dias de idade.

**TABELA 10:** Médias originais da massa seca das plantas de *Brachiaria decumbens*, aos 150 dias de idade, em função da interação polímero e nitrogênio (valores em ton/ha)

POLIMERO	NITROGÊNIO		
	0	100	200
0	4,224 <b>b</b>	34,155 <b>b</b>	33,367 <b>b</b>
2	8,039 <b>ab</b>	36,971 <b>ab</b>	39,772 <b>a</b>
4	8,735 <b>a</b>	39,711 <b>a</b>	42,678 <b>a</b>

C.V.:7,75% Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

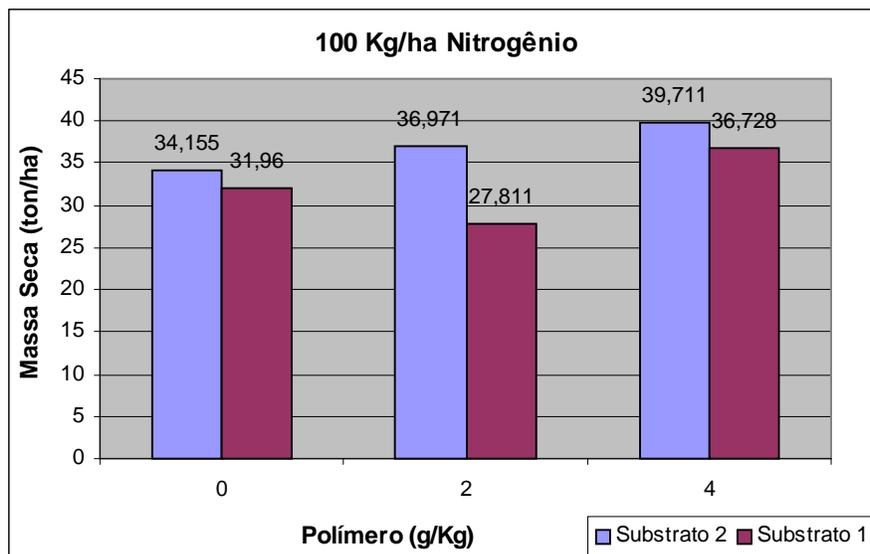
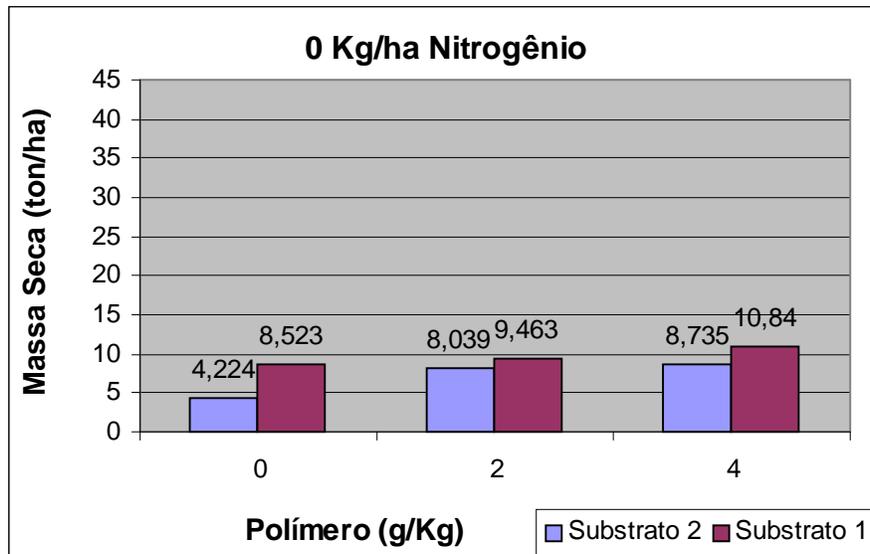
A utilização do polímero hidrorretentor provavelmente promove uma maior eficiência na utilização do nitrogênio pelas plantas de *Brachiaria decumbens*, nas condições climáticas e solo estudados. Estes resultados podem ser claramente visualizados nos gráficos abaixo.

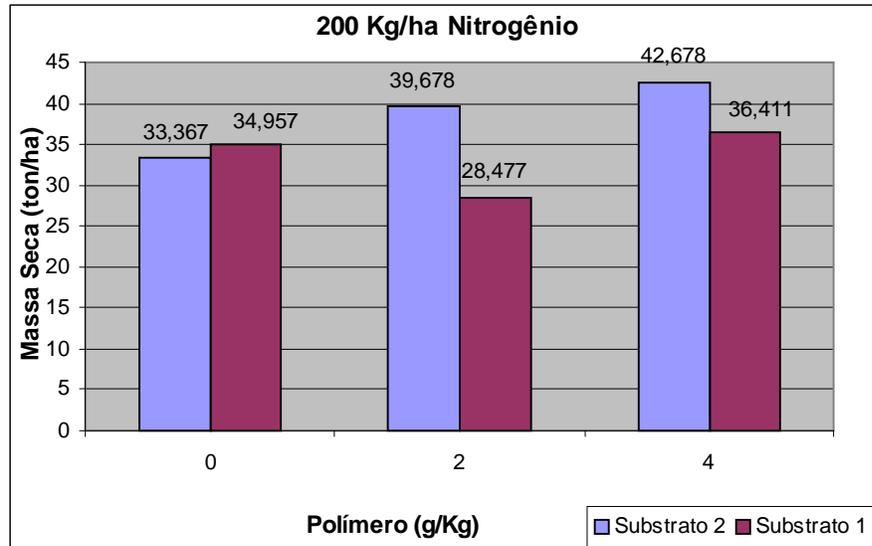
Segundo (COTTEM, 1998), pela capacidade de reter nutrientes os polímeros contribuem diretamente para a nutrição da planta e podem reduzir o consumo de fertilizantes em 20 a 50% e as ações dos fertilizantes podem ser aumentadas devido às características hidrofílicas e seus grupos funcionais ionizáveis.

Os gráficos da figura 13, apresentam a comparação da produção de massa seca pelas plantas de *Brachiaria decumbens* ao final do ciclo. Com exceção do tratamento com ausência de nitrogênio, as plantas cultivadas no substrato 2, se desenvolveram melhor apresentaram uma maior massa seca quando comparada com o substrato 1.

Dentro destes dois tratamentos, melhores resultados foram verificados quando na adição de 4g/Kg de polímero, incremento de 108% e 117% para 100Kg e 200Kg N/ha. Para a dose de 2g/Kg de substrato observou-se uma diferença maior entre os dois substratos estudados, sendo o substrato 2 – terra preta, com maior produção de massa seca. O incremento observado foi de 133% e 139 entre os dois substratos.

Devido a maior porosidade apresentada pelo substrato 2, a adição de polímero pode expressar melhor sua função, enquanto para o substrato 1, a reduzida presença de poros pode ter prejudicado a ação do polímero nas doses de 2g/Kg, sendo seu potencial demonstrado apenas quando se aplicou uma quantidade maior de polímero.





**FIGURA 13:** Comparativo da massa seca média foliar entre o substrato 1 e o substrato 2, aos 150 dias de idade.

#### 4.6 EFICIÊNCIA NA UTILIZAÇÃO DO NITROGÊNIO pelas plantas de *Brachiaria decumbens* PARA SUBSTRATO 2.

Em comparação ao substrato 1, as plantas cultivadas no substrato 2, as plantas cultivadas neste substrato, apresentaram resultados quanto à eficiência da utilização do nitrogênio mais elevados, devido a maior produção de massa seca.

O incremento da eficiência na utilização do nitrogênio para o substrato 2 – terra preta - em comparação com o substrato 1 – cambissolo háplico distrófico - para as doses de 0, 2 e 4g/Kg de polímero foi de: 131% e 110%; 158% e 166%; e 120% e 132% para 100Kg/ha e 200Kg/ha de nitrogênio, respectivamente.

**TABELA 11:** Eficiência na utilização do nitrogênio, aos 150 dias de idade das plantas de *Brachiaria decumbens* para a adição de polímero hidrorretentor e nitrogênio no substrato 2.

Doses de Polímero (g/Kg)	Doses de Nitrogênio (Kg/ha)	Eficiência na utilização do nitrogênio aplicado (KgMS/KgN)
0	0	-
	100	38.15
	200	22.55
2	0	-
	100	28.16
	200	27.78
4	0	-
	100	64.05
	200	46.555

#### 4.7 TEOR DE NITROGÊNIO TOTAL FOLIAR das plantas de *Brachiaria decumbens* PARA O SUBSTRATO 2.

De acordo com a análise de variância realizada, tabela 28(ANEXO), comparando-se os valores de F encontrados com os valores F requeridos, ao 150 dias de idade, concluí-se que a interação entre fator A (nitrogênio) e fator B (polímero), não apresentaram diferenças significativas.

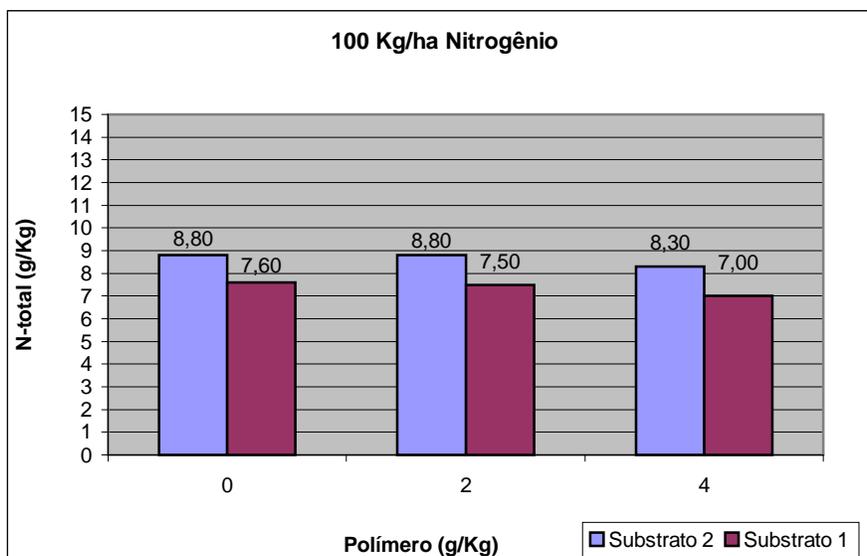
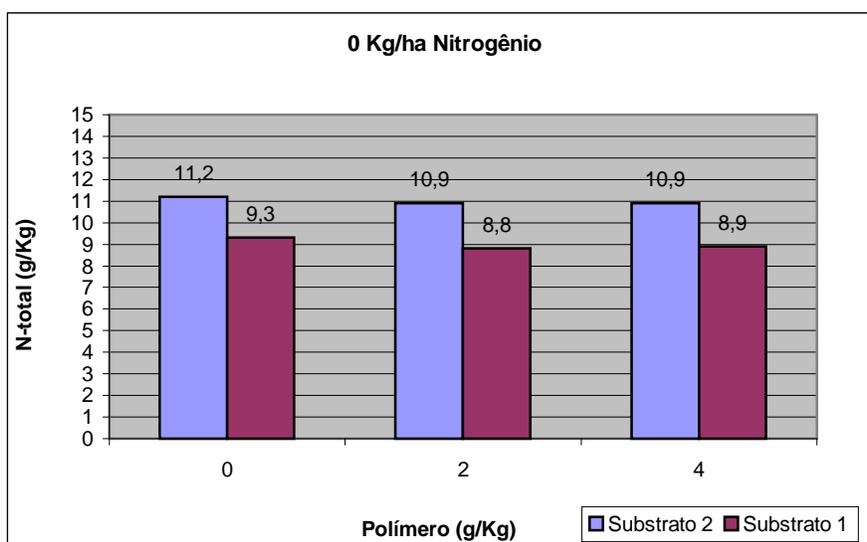
Quando da comparação entre os valores médios obtidos, realizada pelo Teste de Tukey ( $P < 0.05$ ), Tabela 12 .

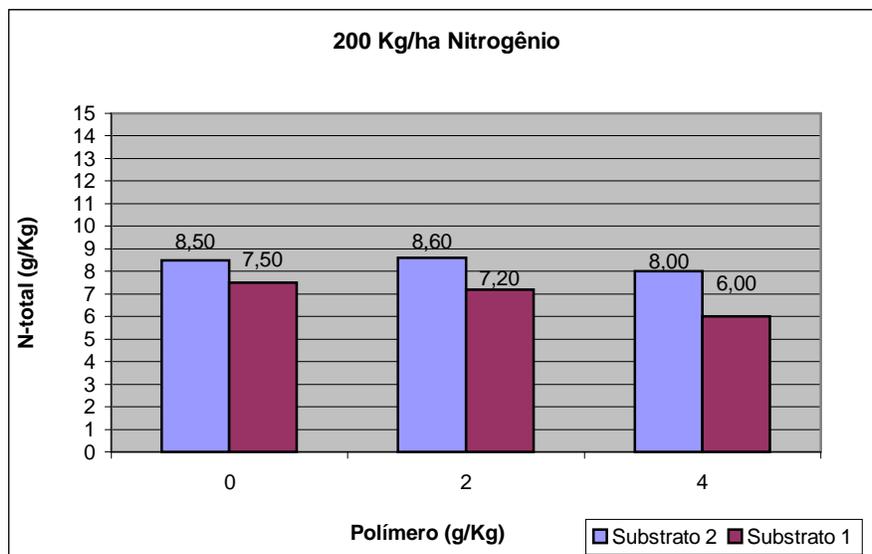
Concordando com os resultados obtidos pelo experimento desenvolvido no substrato 1, os conteúdos de nitrogênio totais foliares das plantas de *Brachiaria decumbens* foram reduzidos à medida que foi aumentada a dose de polímero na fase final do ciclo da planta.

**TABELA 12 :** Teores de nitrogênio total nas plantas de *Brachiaria decumbens* (g/Kg) em função da interação polímero nitrogênio(g), aos 150 dias do ciclo.

.POLIMERO	NITROGÊNIO		
	0	100	200
0	11,20 <b>a</b>	8,80 <b>a</b>	8,50 <b>a</b>
2	10,90 <b>b</b>	8,80 <b>a</b>	8,60 <b>a</b>
4	10,90 <b>b</b>	8,30 <b>b</b>	8,00 <b>b</b>

CV:17,44% Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.





**FIGURA 14:** Comparativo do nitrogênio total foliar médio por plantas, entre o substrato 1 e substrato 2, submetidas a diferentes doses de nitrogênio e polímero para as amostragens aos 150 dias de idade.

#### 4.8 . MASSA SECA RADICULAR das plantas de *Brachiaria decumbens* Cv. Basilisk PARA O SUBSTRATO 2

As análises estatísticas, destes resultados foram desenvolvidas pelo Teste de Tukey ( $P < 0.05$ ) para amostragem realizada aos 150 dias de idade, Tabela 13.

A análise de variância para os dados de massa seca de raiz das plantas de *Brachiaria decumbens* Cv. Basilisk, aos 150 dias do ciclo, considerando como fatores de variação, os níveis de polímero e as dose de nitrogênio, comparando o valor de F calculado com o F requerido, mostrou-se não significativo, Tabela 29 (ANEXO I).

Ao contrario da resposta a produção de massa seca radicular as plantas cultivadas no substrato 1, no substrato - terra preta, houve um incremento mas acentuado da produção de massa seca radicular da planta com a adição de polímero, na ausência do polímero. Enquanto nos tratamentos que receberam doses de nitrogênio foi observada uma menor produção de massa seca radicular para este substrato.

As melhores respostas, para o substrato 2, foram observadas com a adição de  $4\text{gKg}^{-1}$  de polímero, havendo um aumento de 23% e 27% nestas doses para as duas doses de nitrogênio aplicado, 100 Kg N/ha e 200 Kg N/ha. Estudando o efeito do polímero hidroabsorvente em plantas de *Papulos euphratica* em alta concentração de sais (HUTTERMANN, [S. I.:s.d.]), verificou que o peso seco do sistema radicular das plantas que cresceram em solos com maior concentração de polímero foi consideravelmente mais alto do que os solos não tratados com polímero.

Na ausência de adubação nitrogenada, os valores de massa seca da *Brachiaria decumbens*, no substrato 2, foram muito maiores que os encontrados no substrato 1 - cambissolo háplico distrófico. Possivelmente pela razão da maior porosidade encontrada na terra preta, a maior CTC da terra preta pode ter proporcionado os melhores resultados em relação ao outro solo.

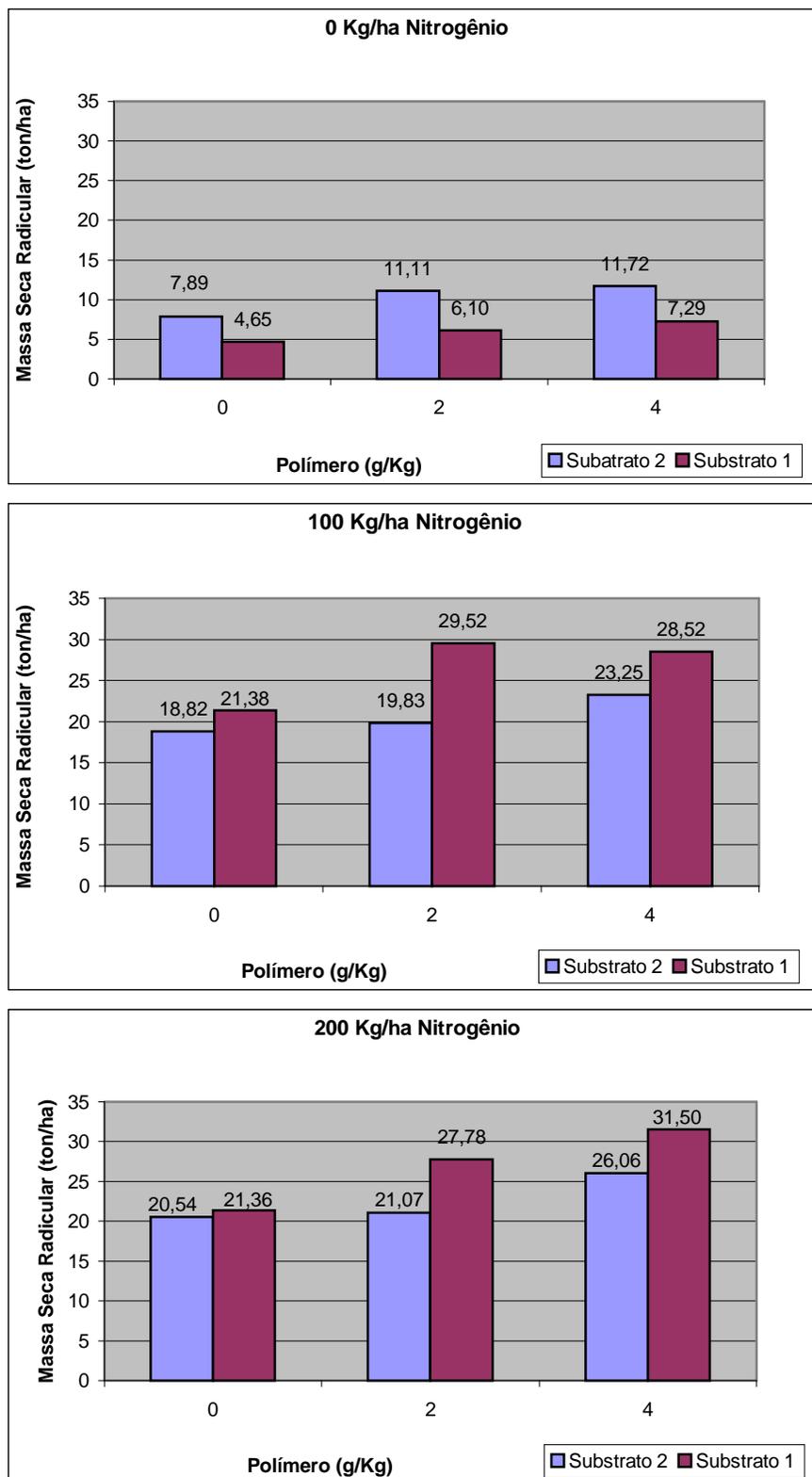
Corroborando com os resultados de (HUTTERMANN, et al., 1999) no qual analisando o sistema radicular das plantas de *Pinus halepensis*, verificaram que as mudas tratadas com hidrogel no solo apresentaram maior quantidade de raízes adventícias e foram mais ramificadas em comparação ao sistema radicular das mudas não tratadas com o hidrogel.

A comparação da produção de massa seca radicular entre o substrato 2 e o substrato 1, para as diferentes doses de polímero, em função das doses de nitrogênio aplicada são mostrados nos gráficos da figura 15.

**TABELA 13** : Médias originais da massa seca radicular das plantas de *Brachiaria decumbens* (ton/vol solo) em função da interação polímero nitrogênio(g), aos 150 dias do ciclo.

POLIMERO	NITROGÊNIO		
	N0	N1	N2
P0	7.887 <b>a</b>	18.823 <b>b</b>	20.544 <b>b</b>
P1	11.111 <b>ab</b>	19.825 <b>b</b>	21.067 <b>b</b>
P2	11.720 <b>b</b>	23.245 <b>a</b>	26.056 <b>a</b>

CV:13.22% Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.



**FIGURA 15:** Comparativo da massa seca radicular média, entre o substrato 2 e o substrato 1 aos 150 dias de idade.

## 5. CONCLUSÕES

Foi observada interação positiva entre a adubação nitrogenada e a aplicação de polímero hidrorretentor as plantas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk.

Foram encontradas mesmas tendências de crescimento nos dois solos estudados, porem as respostas obtidas pelo experimento com substrato 2 - terra Preta apresentaram valores mais elevados, na maioria dos parâmetros analisados, devido provavelmente a maior CTC original, e melhor porosidade.

Com a utilização de polímero hidrorretentor até as doses de 4g/Kg, pode-se reduzir as doses de adubo nitrogenado aplicado quando se visa a proteção e conservação do solo, ou seja, a rápida produção vegetal.

Para o conteúdo de nitrogênio total foliar, a adição de polímero hidrorretentor foi prejudicial com o aumento da doses de nitrogênio.

## 6. RECOMENDAÇÕES FINAIS

Em virtude a interação positiva entre a aplicação do polímero hidrorretentor e eficiência na adubação nitrogenada, sugere que estudos sobre este produto deverão ser continuados, visando otimizar e confirmar estes resultados em demais culturas.

É de importância lembrar que os resultados obtidos com a variedade de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, não poderão ser extrapolados para as demais culturas.

Também é de relevante importância lembrar, que o estudo foi concluído visando a formação da plantas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, com o propósito de proteção e conservação do solo.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-HARBI, A. R.. **Efficacy of a hydrophilic polymer declines with time in green house experiments.** Hort Science V. 34,n 2 p 223-241. 1999.
- ALVIM, M. J. & MOOJEN, E. L. **Efeito de fontes e níveis de nitrogênio e práticas de manejo sobre a produção e qualidade da forragem de azevém anual.** Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Vol. 13, nº. 2, 1984.
- ANDRADE, J. B. de; et al. **Nitrogênio e potássio na produção e composição de *Brachiaria brizanta* Cv. Marandu.** Disponível em:< <http://www.sbz.org.br/Fortaleza/Forragicultura/sbz03.pdf>> Acessado em: 27/12/04.
- ANJOS, J. B. dos. SILVA, M. S. L., da; LOPES, P. R. C. **Efeito da adição de hidrorretentores de água em argissolo amarelo eutrófico.** Fortaleza, 2001. Disponível em:[www.aguadechuva.hpg.rg.com.br/3simposio/pdf/011-2001.pdf](http://www.aguadechuva.hpg.rg.com.br/3simposio/pdf/011-2001.pdf) Acessado em: 12/05/05
- AZEVEDO, T. L. de F.; et al. **Níveis de polímero superabsorvente, frequência de irrigação e crescimento de mudas de café** Acta. Scientiarum. Maringá. V. 24 n.5. p:1239-1243, 2002.
- BALENA, S. P. **Efeito do polímero hidrorretentores nas propriedades físicos e hidráulicos de dois meios porosos.** Dissertação.Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1998.
- BATISTA, K. **Resposta do capim-Marandu à combinação de doses de nitrogênio e enxofre.** Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação á Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP: Piracicaba, 2002, 91p.
- BLACK, C.C. **Ecological implications of dividing plants into groups with distinct photosynthetic production.** In: CRAGG J. B. Advances in ecological research. New York, Academic Press, 1971, V 7, p 87-114.
- BOLETIM TÉCNICO SERRANA FERTILIZANTES. **Comportamento de Fontes Nitrogenadas no solo.** Disponível em: [www.serrana.com.br/f\\_boletins.asp?Tipo=f&id=13](http://www.serrana.com.br/f_boletins.asp?Tipo=f&id=13) Acessado em:02/12/04a.
- BOLETIM TÉCNICO SERRANA FERTILIZANTES.**Dinâmica do Nitrogênio no Solo.** Disponível em: [www.serrana.com.br/f\\_boletins.asp?Tipo=f&id=13](http://www.serrana.com.br/f_boletins.asp?Tipo=f&id=13) Acessado em:02/12/04 b.
- BOMFIM, E., R., P.; et al.. **Efeito do tratamento físico associado à adubação em pastagens degradadas de braquiaria, nos teores de proteína bruta, fibra em**

- detergente neutro e fibra em detergente ácido.** Ciência agrotecnia. V.27, N.4, p.912-920. jul/ago., Lavras / MG. 2003.
- BOSTEELS, Dominique. **O uso do terracottem no cultivo da jojoba no Paraguai.** Bélgica, 1991.
- BROUWAR, R. **Nutritive influences on the distribution of dry matter in the plant.** Netherlands journal of Agricultural Sciences. V10. p399-342, 1962.
- CARAMBULA, M. **Verdeos de invierno.** In: Produccion e Manejo de Pasturas sembradas. Montevideo. Ed. Hemisfério Sur, p 217-242. 1977.
- CFS-RS/SC-COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO. **Recomendação de adubação e calagem para o estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** 2ª Ed. Passo Fundo. SBCS-Núcleo Regional Sul/ EMBRAPA-CNPT, 1989, 128p.
- CORSI, M. & SILVA, R. T. de L. e. Fatores que afetam a composição mineral de plantas forrageiras. **Pastagens: fundamentos da exploração racional.** 2 ed. FEALQ. Piracicaba, 1994.
- COSTA, M. C. G.. **Eficiência agrônômica de fontes nitrogenadas na cultura da cana de açúcar em sistemas de colheita sem despalha a fogo.** Dissertação em solos e nutrição de plantas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2001.
- COSTA, N. L. do; STUMPF JÚNIOR, W. e GOMES, J. F.. **Frequência de corte e adubação nitrogenada em azevém anual (*L. multiflorum* lam.) cv. LE284.** Disponível em: [www.sbz.org.br/eventos/PortoAlegre/homepagesbz/For/FOR161.htm](http://www.sbz.org.br/eventos/PortoAlegre/homepagesbz/For/FOR161.htm)  
Acessado em: 21/04/05.
- CPAF- Comissão Paranaense de Avaliação de Forrageiras. **Forragicultura no Paraná.** Londrina/PR, 1996.
- COTTHEM Williem Van. **O papel de Terracottem como um absorvente universal.** Ghent. Bélgica, 1988.
- \_\_\_\_\_ **Terracottem no combate à poluição ou contaminação do solo.** Universidade de Ghent. Bélgica, 1998.
- \_\_\_\_\_ **Experiência de estabilização em duna na Costa da Bélgica.** Universidade de Ghent. Bélgica, 1985
- DANEELS, Paul. **Terracottem horticulture test: tomato, carrot & lettuce.** University of Ghent. Belgica,. 1993.

- DELLATORRE, J.; LANINO, M.; POBLETE, I.; MOLL, W. **Efecto de la aplicación de poliacrilamidas en suelo desérticos sobre los requerimientos hídricos del algodón (*Gossypium nisutum*).** [ S. I.: s.d.], [19--?]
- DELÚ FILHO, N. D. et al.. **Redução de nitrato e assimilação de amônio em plantas jovens de *Hevea brasiliensis* cultivadas sob níveis crescentes de nitrato.** Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal. V.10, n.3, p:185-190. 1998.
- GALLO, Luiz Antônio. **O nitrogênio e o ciclo do nitrogênio.** Disponível em [www.ciagri.usp.br/~uagallo/NITROGE.htm](http://www.ciagri.usp.br/~uagallo/NITROGE.htm) Acessado em: 02/12/04.
- GEHRING, J. M.; LEWIS, A. J.. **Effect of hidrogel on wilting and moisture stress of bedding plants.** J. Amer. Soc. Horticulture Science. Virginia Polytechnic Institute and State University Blacksburg. V. 105(4) p: 511-513,1980.
- GERVÁSIO, Eliezer Santurbano. **Efeito da lâmina de irrigação e doses de condicionadores, associados a diferentes tamanhos de tubos, na produção de mudas de cafeeiro.** Tese. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade De São Paulo. Piracicaba-SP, 2003.
- GOMIDE, J. A.; COSTA, G. G.. **Adubação nitrogenada e consorciação de capim-colômbio e capim -Jaraguá. III efeitos de níveis de nitrogênio sobre a composição mineral e digestibilidade da matéria seca das gramíneas.** Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Vol. 13 nº 2. 1984.
- GONÇALVES, JOSÉ OTÁVIO NETO. **Nitrogênio e produção de matéria seca.** Pesquisa Agropecuária Brasileira. Vol. 14. nº 1. p. 47-51. Brasília – DF. 1979.
- HENDERSON, J. C.; HENSLEY, D. L.. **Ammonium and nitrate retention by hydrophilic gel.** Hort Science, V.20, n4. Alexandria, Aug/1985.
- HENRÍQUEZ, M. et al.. **Efecto de acondicionadores naturales y sintéticos sobre los cationes solubles y la infiltración del agua un Arisol.** Pesquisa Agropecuaria Brasileira. Vol. 38, Nº. 2 . Brasília- DF, 2003.
- HÜTTERMANN, A. ZOMMORODI, M.; REISE, K.. **Addition of hydrogels to soil for prolonging the survival of *Pinus halepensis* seedlings subjected to drought.** Soil & Tillage Research. Vol. 50, p 295-304, 1999.
- HUTTERMANN, A. REISE, K., ZOMMORODI, M., WANG, S.. **The use hydrogels for afforestation of difficult stands: Water and salt stress.** [S.I.: s.d.].
- INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS.- IFOAM. N.29 p: 10 Jan/Apr, 2002.

- JOBIM, C. C.; SANTOS, G. L.; ROSITO, J. M.; NETO, J. S. e DENARDIN, C. E. **Efeito da uréia sobre uma pastagem natural do Rio Grande do Sul.** Ver. Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, V.18, n.3-4, p.355-367, 1988.
- JOHNSON, M. S.. **The effects of gel forming polyacrylamida on moisture in sandy soil** . University of Liverpool. J. Sci. Food Agric., V. 35 p: 1196-1200, 1984.
- JORGE, JOSÉ ANTÔNIO. **Solo: Manejo e adubação (compêndio de edafologia).** 2ªed. São Paulo – SP, 1983.
- KANNO, T.; et al.. **Avaliação de quatro espécies de *Brachiaria* submetidas ao estresse hídrico.** Disponível em:<  
<http://www.sbz.org.br/eventos/PortoAlegre/homepagesbz/FOR/FOR144.htm>>  
Acessado em: 27/12/04.
- KIEHL, J. C. **Emprego de sais inorgânicos no controle da volatilização de amônia decorrente da aplicação de uréia no solo.** Piracicaba, 1989. 108p. Tese (livre-docência) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”:USP.
- LANCHER, Walter. **Ecofisiologia Vegetal.** São Carlos, Ed. Rille, 2000.
- LIRA, M. de A.; et al. **Estabilidade de resposta do capim-braquiaria (*Brachiaria decumbens*, Stapf.) sob níveis crescentes de nitrogênio e Fósforo.** Pesquisa Agropecuária Brasília, V29, n7, p 1151-1157, jun. 1994.
- LORENZI, Harri. **Plantas daninhas do Brasil: terrestre, aquática, parasitas e tóxicas.** 3º Ed. Nova Odessa, SP. Instituto Plantarum, 2000.
- MAFFEIS. A. R.; SIVEIRA, R. L. V. de; BRITO, J. O.. **Reflexo das deficiências de macronutrientes e boro no crescimento de plantas, produção e qualidade de óleos essenciais em *Eucalyptus citriodora*.** Scientia Forestalis. N52, p:87-98, jun, 2000.
- MAIA, Celsemy E. & CANTARUTTI, Reinaldo B.. **Acumulo de nitrogênio e carbono no solo pela adubação orgânica e mineral contínua na cultura do milho.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. V.8 1 p:-39-44. Campo Grande / PB, 2004.
- MALAVOLTA, Eurípedes. **Elemento de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1980.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações.** Piracicaba – SP. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo. 1997. 319p.
- MARTHA JÚNIOR, G. B.. **Balanco de N<sup>15</sup> e perdas de amônio por volatilização em pastagens de capim elefante.** Piracicaba, 1999. Dissertação (mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

- MARTHA JÚNIOR, G. B.. **Produção de forragem e transformação do nitrogênio do fertilizante em pastagem irrigada de capim tanzânia.** Tese (doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo. Piracicaba – SP, 2003.
- MARTINS, O. C.; et al.. **Interação: Agrivcultura-pecuária.** Informe Agrônômico, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Nº. 77. Mar/ 1997.
- MARTINS, C. R.; et.al.. **Ciclos Globais de Carbono, Nitrogênio e Enxofre: a Importância na Química da Atmosfera.** Caderno Temático de Química Nova na Escola. Nº5 Nov/2003. Acessado em : 03/09/2005. Disponível em:[http://sbqensin/.foco.ufmg.br/uploads/612/quimica\\_da\\_atmosfera.pdf](http://sbqensin/.foco.ufmg.br/uploads/612/quimica_da_atmosfera.pdf)
- MATTOS, Waldssimiler Teixeira. **Avaliação de pastagem de capim braquiaria em degradação e sua recuperação com suprimento de N e S.** Tese (doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo. Piracicaba – SP. 2001.
- MESQUITA, E. E.; PINTO, J. C. **Doses de nitrogênio e métodos de semeadura no rendimento e na qualidade da forragem no pós colheita de sementes de milheto.** Acessado em: 21/04/04. Disponível em:<<http://www.sbz.org.br/evento/PortoAlegre/homepagesbz/For/FOR075.htm>>
- MIKKELSEN, R. L.; BEHEL, A. D.; WILLIANS, H. M.. **Addition of gel-forming hydrophilic polymers to nitrogen fertilizer solutions.** Fertilizer Research, the Hague, V36, p 55-61, 1993.
- MIRANDA, C. H.B.; PITALUGA, G. M.; & SANTOS, J. C. C. dos. **Taxas de crescimento relativo e de absorção específica de nitrogênio em *Brachiaria* SPP..** Acessado em: 27/12/04. Disponível em:<<http://www.sbz.org.br/eventos/PortoAlegre/homepagesbz/FOR/FOR184.htm>>
- MIRANDA, C. H. B.. **Comparações técnicas de encubação para estudo das transformações do nitrogênio mineral em solo de Cerrado solo pastagens.** Acessado em: 21/04/05. Disponível em:<http://www.sbz.org.br/eventos/Fortaleza/Forragicultura%5CSbz295.pdf> .
- MONESMITH, F. L.. **Mercado de fertilizante nitrogenado:tendências internacionais e nacionais.** Apresentado ao Workshop sobre Manejo de Fertilizante nitrogenado e Sulfatados na Agricultura. Piracicaba, 2001.
- MONTEIRO, F. A., et al.. **Cultivo de *Brachiaria brizantha* Staph c.v. Marandu em solução nutritiva com omissão de macronutriente.** Sci. Agric. V. 52(1), p:135-141. Piracicaba, jan/abr, 1995.

- NISSEN, M. J.. **Uso de hidrorretentores en la producción de frambuesos(*Rubus idaeus*) del sur de Chile.** AgroSur Valdivia, V22 n42, p160-165, 1994.
- NUMMER FILHO, I. ; HENTSCHKE, C.. **Nitrogênio Força para o Milho.** Caderno Técnico. Cultivar Grande Culturas. Nº. 43. Setembro- 2002.
- OLIVEIRA, R. A.; REZENDE L. G.; MARTINEZ, M. A. & MIRANDA, V. G.. **Influência de um polímero hidrorretentor sobre a retenção da água no solo.** Rev. Bras. De Eng. Agrícola e ambiental. Vol. 8. nº1. Pg 160-163, 2004. Campina Grande – PB. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?> Acessado em: 16/03/05.
- PEDROSA, R. de J., et al. **Avaliação de níveis de adubação N-P-K em *Brachiaria brizantha*.** Disponível em:< Acessado em: [www.uft.edu.br](http://www.uft.edu.br) Acesado em: 21/04/05
- PERUZZO, G.; SIQUEIRA, O. J. F. de; WIETHÖLTER, S. **Eficiência agrônômica de fertilizantes nitrogenados para a cultura do trigo.** Pesquisa Agropecuária Brasileira. Vol. 29, nº. 7, p. 1027-1034. Brasília-DF, jul. 1994.
- PRESTES, P. J. de Q. **Habito vegetativo e variação estacional no valor nutritivo das principais gramíneas de pastagens nativas no Rio Grande do Sul.** Anuário Técnico do Instituto de Pesquisa Zootécnica. Francisco Osório, Porto Alegre. 1976. V. 3. P516-531.
- RAIJ, B. Van. **Fertilidade do solo e adubação.** São Paulo: Ceres: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, p:343, 1991.
- RODRIGUES, R. C. et al.. **Concentração de N nos componentes da parte aérea do capim-braquiaria em função da aplicação de calcário, nitrogênio e enxofre.** Disponível em:<http://www.ufmt.br/agtrap/revista7/doc/02.htm> Acessado em: 26/11/04.
- ROSOLEM, C. A.; FOLONI, J. S. S. e OLIVEIRA, R. H. de. **Dinâmica do nitrogênio no solo em razão da calagem e adubação nitrogenada, com a palha na superfície.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Vol. 38, Nº. 2. p 301-309. Brasília -DF, fev, 2003
- SANTOS, I. P. A. dos; PINTO, J. C. ; SIQUEIRA, J.O.; MORAIS, A. R. de; SANTOS, C. L. dos.. **Influencia do fósforo, micorriza e nitrogênio no conteúdo de minerais de *Brachiaria brizantha* e *Arachis pintoi* consorciados.** Ver. Bras. De Zootecnia. V31, N2 Viçosa- MG, 2002.\
- SIEWERDT, L.; NUNES, A. P.; SILVEIRA JUNIOR, P.. **Efeito da adubação nitrogenada na produção e qualidade da matéria seca de um campo natural de planossolo no Rio Grande do Sul.** Ver. Bras. De Agrociencia, Vol.1 N3, p 157-162, 1995.
- SILVA, Enio Fraga da. **Efeito da adubação nitrogenada sobre a variação estacional das frações nitrogenada, atividades do nitrato-redutase e carboidrato solúveis em cana**

- de açúcar (*Saccharum spp*, cv. NA56-79) em condições de campo.** Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Dissertação, Rio de Janeiro-RJ, 1989
- SILVEIRA, C. A. M.; SAIBRO, J. C. de; MARKUS, R. **Efeito do nitrogênio e regimes de corte sobre o rendimento e qualidade de milho e sorgos forrageiros, sob condições de déficit hídrico.** Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Vol. 13, Nº. 2. 1984.
- SITA, R. C. M.. **Influência das formas de adubação nitrogenada e potássica na ação de polímero hidrorretentor sobre o crescimento de crisântemo *Dedranthema grandiflorum* Varietade “virginal”.** Dissertação UFPR, Curitiba, 2002.
- SOARES, A. B & RESTLE, J. **Produção animal em pastagens de triticale e azevém submetida a níveis de adubação nitrogenada.** Disponível em: <  
<http://www.sbz.org.br/evento/PortoAlegre/homepagesbz/For/FOR005.htm>>  
Acessado em:21/04/04.
- STOCKHAUSEN, HÜLS. **Informações técnicas.** Stocksorb. Reunión técnica. Santiago de Chile, 1995.
- STONE, L. F. & STEINMETZ, S.. **Índice de área foliar e a adubação nitrogenada em arroz.** Pesquisa Agropecuária Brasileira. Vol. 14. Nº. 1, p 25-28. Brasília-DF, 1979.
- SOARES FILHO, C. V.. **Recomendação de espécies e variedades de *Brachiaria* para diferentes condições.** Anais do 11º Simpósio sobre manejo da pastagem Piracicaba SP – FEALQ, 1994.
- TAYLOR, K. C.; HALFACRE, R. G. **The effect of hydrophilic polymer on media water retention and nutrient availability to *Ligustrum lucidum*.** HortScience, Alexandria, V21, n 5. oct 1986.
- TERRACOTTEM. **Guia técnico1.0** Pinhais PR. 1998. 45p.
- TIRITAN, Carlos Sergio. **Manejo da fertilidade do solo para pastagens.** Universidade do Oeste Paulista. Presidente Prudente-SP. [s.d.].
- TISDALL, J. M.; OADES, J.M.. **Organic matter and water-stables-aggregates in soil.** Journal of soil science. Baltimore, V.33, n2, p 141-163, 1983.
- TITTONELL, P. A.; GRAZIA, J. de; CHIESA, A.. **Adición de polímeros superabsorbentes en el medio de crecimiento para la producción de plantines de pimiento.** Horticultura Brasileira. Vol. 20, Nº. 4, dez , 2002.
- TOMÉ JR. J. B. **Manual para interpretação de análise de solos.** Guaíba – RS. 1997.
- URQUIAGA, S. ; VICTORIA, R. L.; BUITRÓN, F. ; NEYRA, J. C.. **Perdas por volatilização do N-ureia e N-sulfato de amônio num solo calcário da parte central**

- da região costeira do Peru.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Vol. 24, Nº. 5, p. 607-613. Brasília- DF. Maio, 1989.
- VALLONE, H. S.; et al.. **Efeito de doses de polímero hidrorretentor na retenção de água por substratos alternativos em tubetes de 120ml.** Disponível em: [www.embrapa.br/café/consorcio/manejo.htm](http://www.embrapa.br/café/consorcio/manejo.htm) Acessado em: 15/10/04.
- VASCONCELLOS, C. A.; et al.. **Residuos de sorgo e a mineraliza o do nitrogênio em latossolo Vermelho fase cerrado.** Scientia Agrícola. Vol. 58, n2, p 373-379, abr/jun, 2001.
- VICHIATO, M.; et al.. **Crescimento e composi o mineral do porta-enxerto de tangerina Cleópatra cultivado em substrato acrescido de polímero hidrorretentor.** Ciência Agropecuária. Vol 28, n 4, p 748-756. Lavras-MG, jul/ago, 2004.
- VILJOEN, D. J.. **Superabsorbent polymers in the forestry industry.** In: Commonwealth forestry conference. South Africa, 1977.
- WALLACE, A.; WALLACE, G. A.. **Effect of polymers soil conditiones on emergence of tomato seedling.** Soil Science. Baltimore, V. 141, n 5 p 321-323, 1986.
- WANG Y. T.; GREGG, L. L.. **Hydrophilic polymers - Their response to soil amendments and effect on properties of soilless potting mix.** J. Amer. Soc. Horticulture Science. V. 1115, n. 6, 1990.
- WERNER, J. C. **Aduba o de pastagens de *Brachiaria ssp.*** Anais do 11  S mp sio sobre manejo das pastagens, Piracicaba/SP – FEALQ, 1994.
- WHITEHEAD, D. C. **Grassland nitrogen.** Wallingford. CAB International, 1995.

## ANEXOS I - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS DADOS

**TABELA14:** Análise de variância dos dados sobre altura foliar das plantas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, aos 30 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, para o substrato 1.

FV	GL	SQ	QM	Fcalc	F req	
					0,5	0,1
<b>Fator A</b>	2	6421,065	3210,533	380,7206**	4,26	8,02
<b>Erro</b>	9	75,895	8,433			
<b>Fator B</b>	2	1171,882	585,941	32,8217**	3,55	6,01
<b>AB</b>	4	293,898	73,475	4,1157*	2,93	4,58
<b>Erro</b>	18	321,340	17,852			
<b>Total</b>	35	8284,080				

C.v.:13,34% **Nota:** Para o F calculado é válida a seguinte notação: \*\*= é muito significativo a 1%; \*= significativo a 5%. Esta simbologia é adotada para todas as demais tabelas. **Fatores:** Fator A= doses de nitrogênio; Fator B= doses de polímero hidrorretentor.

**TABELA 15:** Análise de variância dos dados sobre altura foliar das plantas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, aos 90 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, para o substrato 1.

FV	GL	SQ	QM	Fcalc	F req	
					0.5	0.1
<b>Fator A</b>	2	24132,015	12066,008	6942,9856**	4,26	8,02
<b>Erro</b>	9	15,641	1,738			
<b>Fator B</b>	2	1634,89	817,194	99,0127**	3,55	6,01
<b>AB</b>	4	734,396	183,599	22,24525**	2,93	4,58
<b>Erro</b>	18	148,562	8,253			
<b>Total</b>	35	26665,002				

c.v.: 6.61%

**TABELA16:** Análise de variância dos dados sobre altura foliar das plantas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, aos 150 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, para o substrato 1.

FV	GL	SQ	QM	Fcalc	F req	
					0.5	0.1
<b>Fator A</b>	2	30805,389	15402,694	2640,4619**	4,26	8,02
<b>Erro</b>	9	52,5000	5,833			
<b>Fator B</b>	2	2274,056	1137,028	245,1078**	3,55	6,01
<b>AB</b>	4	597,778	149,444	32,2156**	2,93	4,58
<b>Erro</b>	18	83,500	4,639			
<b>Total</b>	35	33813,222				

c.v.:3.20%

**TABELA17:** Análise de variância dos dados sobre massa seca foliar das plantas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, aos 30 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, para o substrato 1.

FV	GL	SQ	QM	Fcalc	F req	
					0,5	0,1
<b>Fator A</b>	2	215,531	107,765	6427,0923**	4,26	8,02
<b>Erro</b>	9	0,151	0,017			
<b>Fator B</b>	2	9,124	4,562	455,9388**	3,55	6,01
<b>AB</b>	4	0,302	0,075	7,5449**	2,93	4,58
<b>Erro</b>	18	0,180	0,010			
<b>Total</b>	35					

C.v.:2.21%

**TABELA 18:**Análise de variância dos dados sobre massa seca foliar das plantas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilik, aos 90 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, para o substrato 1.

FV	GL	SQ	QM	Fcalc	F req	
					0,5	0,1
<b>Fator A</b>	2	597,095	298,548	3074,1040**	4,26	8,02
<b>Erro</b>	9	0,874	0,097			
<b>Fator B</b>	2	103,570	51,785	417,9668**	3,55	6,01
<b>AB</b>	4	51,787	12,947	104,4966**	2,93	4,58
<b>Erro</b>	18	2,230	0,124			
<b>Total</b>	35	755,556				

c.v.: 3.22%

**TABELA19** – Análise de variância dos dados sobre massa seca foliar das plantas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilik, aos 150 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, para o substrato 1.

FV	GL	SQ	QM	Fcalc	F req	
					0,5	0,1
<b>Fator A</b>	2	4282,105	2141,053	1976,1519**	4,26	8,02
<b>Erro</b>	9	9,751	1,083			
<b>Fator B</b>	2	183,362	91,681	96,7936**	3,55	6,01
<b>AB</b>	4	129,502	32,376	34,1810**	2,93	4,58
<b>Erro</b>	18	17,049	0,947			
<b>Total</b>	35	4621,770				

c.v.: 3.89%

**TABELA 20:** Análise de variância dos dados sobre nitrogênio total foliar das plantas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, aos 30 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, substrato 1.

FV	GL	SQ	QM	Fcalc	F req	
					0.5	0.1
<b>Fator A</b>	2	3262,565	1631,283	88,9561**	4,26	8,02
<b>Erro</b>	9	165,043	18,338			
<b>Fator B</b>	2	572,012	286,006	42,5239**	3,55	6,01
<b>AB</b>	4	682,263	170,566	25,3598**	2,93	4,58
<b>Erro</b>	18	121,065	6,726			
<b>Total</b>	35	4802,948				

Cv:6,41%

**TABELA 21:** Análise de variância dos dados sobre nitrogênio total foliar das plantas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, aos 90 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, no substrato 1.

FV	GL	SQ	QM	Fcalc	F req	
					0.5	0.1
<b>Fator A</b>	2	164,329	82,164	23,7368**	4,26	8,02
<b>Erro</b>	9	31,153	3,461			
<b>Fator B</b>	2	23,316	11,658	12,6207**	3,55	6,01
<b>AB</b>	4	8,258	2,064	2,2350ns	2,93	4,58
<b>Erro</b>	18	16,627	0,924			
<b>Total</b>	35	243,682				

Cv: 9,93%

**TABELA 22:** Análise de variância dos dados sobre nitrogênio total foliar das plantas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, aos 150 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, no substrato 1.

FV	GL	SQ	QM	Fcalc	F req	
					0.5	0.1
<b>Fator A</b>	2	29.182	14.591	2.5202ns	4,26	8,02
<b>Erro</b>	9	52.107	5.790			
<b>Fator B</b>	2	4.276	2.138	10.2522**	3,55	6,01
<b>AB</b>	4	2.151	0.538	2.5790ns	2,93	4,58
<b>Erro</b>	18	3.753	0.209			
<b>Total</b>	35	91.469				

Cv:5,89%

**TABELA 23:** Análise de variância dos dados sobre massa seca radicular das plantas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, aos 30 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, para o substrato 1.

FV	GL	SQ	QM	Fcalc	F req	
					0,5	0,1
<b>Fator A</b>	2	1,220	0,610	77069,6045**	4,26	8,02
<b>Erro</b>	9	0,000	0,000			
<b>Fator B</b>	2	2,299	1,149	178351,1545**	3,55	6,01
<b>AB</b>	4	0,581	0,145	22549,8840**	2,93	4,58
<b>Erro</b>	18	0,000	0,000			
<b>Total</b>	35	4,100				

Cv:0.58%

**TABELA 24:** Análise de variância dos dados sobre massa seca radicular das plantas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, aos 90 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, para o substrato 1.

FV	GL	SQ	QM	Fcalc	F req	
					0,5	0,1
<b>Fator A</b>	2	542,320	271,160	996,8373**	4,26	8,02
<b>Erro</b>	9	2,448	0,272			
<b>Fator B</b>	2	59,546	29,773	222,3958**	3,55	6,01
<b>AB</b>	4	37,619	9,405	70,2498**	2,93	4,58
<b>Erro</b>	18	2,410	0,134			
<b>Total</b>	35	644,343				

Cv:5.64%

**TABELA 25:** Análise de variância dos dados sobre massa seca radicular das plantas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, aos 150 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, para o substrato 1.

FV	GL	SQ	QM	Fcalc	F req	
					0,5	0,1
<b>Fator A</b>	2	3416,702	1708,351	2333,8123**	4,26	8,02
<b>Erro</b>	9	6,588	0,732			
<b>Fator B</b>	2	295,196	147,598	164,9502**	3,55	6,01
<b>AB</b>	4	87,162	21,790	24,3521**	2,93	4,58
<b>Erro</b>	18	16,106	0,895			
<b>Total</b>	35	4,78				

Cv:4.78%

**TABELA 26:** Análise de variância dos dados sobre altura foliar das plantas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, aos 150 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, no substrato 2.

FV	GL	SQ	QM	Fcalc	F req	
					0.5	0.1
<b>Fator A</b>	2	9960,222	4980,111	156,30**	4,26	8,02
<b>Erro</b>	9	286,750	31,861			
<b>Fator B</b>	2	900,722	450,361	12,949**	3,55	6,01
<b>AB</b>	4	377,278	94,319	2,7127**	2,93	4,58
<b>Erro</b>	18	626,000	34,778			
<b>Total</b>	35	12150.972				

Cv:8.08%

**TABELA 27:** Análise de variância dos dados sobre massa seca foliar das plantas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, aos 150 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, no substrato 2.

FV	GL	SQ	QM	Fcalc	F req	
					0.5	0.1
<b>Fator A</b>	2	7593.939	3796.969	708.4088**	4,26	8,02
<b>Erro</b>	9	48.239	5.360			
<b>Fator B</b>	2	260.295	130.148	28.6202**	3,55	6,01
<b>AB</b>	4	30.174	7.543	1.6588ns	2,93	4,58
<b>Erro</b>	18	81.853	4.547			
<b>Total</b>	35	8014.500				

Cv:4.49%

**TABELA 28:** Análise de variância dos dados sobre nitrogênio total foliar das plantas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, aos 150 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, no substrato 2.

FV	GL	SQ	QM	Fcalc	F req	
					0.5	0.1
<b>Fator A</b>	2	50,427	25,213	3,3328ns	4,26	8,02
<b>Erro</b>	9	68,087	7,565			
<b>Fator B</b>	2	1,307	0,653	9,6923**	3,55	6,01
<b>AB</b>	4	0,427	0,107	1,524ns	2,93	4,58
<b>Erro</b>	18	1,213	0,067			
<b>Total</b>	35	121,460				

Cv:2,78%

**TABELA 29:** Análise de variância dos dados sobre massa seca radicular das plantas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, aos 150 dias do ciclo, em função de diferentes doses de nitrogênio e das doses de polímero hidrorretentor, no substrato 2.

FV	GL	SQ	QM	Fcalc	F req	
					0.5	0.1
<b>Fator A</b>	2	1053,529	526,764	98,0238**	4,26	8,02
<b>Erro</b>	9	48,365	5,374			
<b>Fator B</b>	2	130,428	65,214	18,4187**	3,55	6,01
<b>AB</b>	4	20,600	5,150	1,4546ns	2,93	4,58
<b>Erro</b>	18	63,731	3,541			
<b>Total</b>	35	1316,653				

Cv:10,57%