

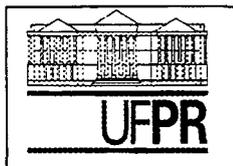
**CLAUDETE REISDÖRFER LANG**

**DINÂMICA DA DECOMPOSIÇÃO E LIBERAÇÃO DE  
NUTRIENTES DA PALHADA DE AVEIA PRETA E NABO  
FORRAGEIRO CORTADAS EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE  
DESENVOLVIMENTO**

Dissertação apresentada como requisito parcial  
à obtenção do grau de Mestre, Curso de Pós-  
Graduação em Agronomia, Área de  
Concentração: Produção Vegetal, Setor de  
Ciências Agrárias, Universidade Federal do  
Paraná.

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Celina Wisniewski

CURITIBA  
2000



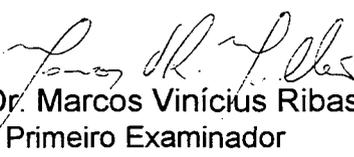
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E FITOSSANITARISMO  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
PRODUÇÃO VEGETAL

**P A R E C E R**

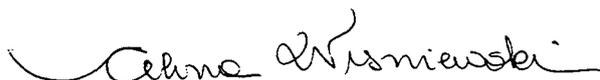
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO, apresentada pela candidata **CLAUDETE REISDÖRFER LANG**, sob o título “**Dinâmica da Decomposição e Liberação de Nutrientes da Palhada de Aveia Preta e Nabo Forrageiro, cortadas em Diferentes Estádios de Desenvolvimento**”, para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido a candidata são de parecer pela “**APROVAÇÃO**” da Dissertação.

Curitiba, 14 de Fevereiro de 2001.

  
Professor Dr. Marcos Vinícius Ribas Milléo  
Primeiro Examinador

  
Professora Dra. Beatriz Monte Serrat Prevedello  
Segunda Examinadora

  
Professora Dra. Celina Wisniewski  
Presidente da Banca e Orientadora

Á Terezinha Reisdorfer Lang, minha mãe,  
pelo apoio a todos os meus projetos;  
Dedico;

Aos Homens da minha vida: Anibal de Moraes e  
nosso filho Leonardo Lang de Moraes,  
Ofereço.

## AGRADECIMENTOS

À DEUS antes de tudo.

À Universidade Federal do Paraná, pela possibilidade da realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos.

À minha orientadora Prof. Dr. Celina Wisniewski, pela amizade, ensinamentos e compreensão.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Aníbal de Moraes, pela orientação, ensinamentos e contribuição para execução deste trabalho.

À Fundação ABC, pelo apoio e área experimental concedida a este projeto.

À secretária do Curso de Pós-graduação em Produção Vegetal, pelo exemplo de humanismo e dedicação.

Ao Prof. Dr. Carlos Bruno Reissman pela metodologia de análise do material vegetal.

Ao Prof. Dr. Luis Lucchesi por compartilhar sua experiência em fertilidade do solo.

Ao Prof. Dr. Flávio Zanette, por ter acreditado na minha competência.

Ao Msc. Edilson Batista, pelos conhecimentos transmitidos sobre estatística.

À Prof. Dr. Elisabete Doni, pela amizade e ensinamentos metodológicos.

Aos funcionários do Laboratório de Fitotecnia e Laboratório de Nutrição de Plantas, pelo auxílio na realização das análises.

Aos amigos, Sebastião Brasil, João Diettrich, Márcia Bello, Jorge Kusdra e Rejane, pelo auxílio na realização do trabalho e pela amizade.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal-UFPR, pelos ensinamentos e amizade.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	v
ABSTRACT .....	vi
LISTA DE TABELAS .....	vii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	viii
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS .....	x
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 IMPORTÂNCIA DA PALHADA NO PLANTIO DIRETO.....	3
2.2 FATORES QUE AFETAM A DECOMPOSIÇÃO DA PALHADA.....	5
2.3 INFLUÊNCIA DA PALHADA E SEUS NUTRIENTES NO SOLO .....	7
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL .....	12
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	15
3.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	16
3.4 ANÁLISES DA PALHADA.....	17
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	19
4.1 PRODUÇÃO DE MASSA SECA .....	19
4.2 DINÂMICA DA DECOMPOSIÇÃO DA PALHADA DE AVEIA PRETA ( <i>Avena strigosa</i> Schreb) E NABO FORRAGEIRO ( <i>Raphanus sativus</i> L.), CORTADAS EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO.....	20
4.3 TAXA DE LIBERAÇÃO DE N, P, K, CA E MG DA PALHADA DE AVEIA PRETA ( <i>Avena strigosa</i> Schreb) E NABO FORRAGEIRO ( <i>Raphanus sativus</i> L.), CORTADAS EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO.....	26
4.3.1. Nitrogênio total .....	26
4.3.2. Fósforo total .....	30
4.3.3. Potássio.....	33
4.3.4. Cálcio .....	36
4.3.5. Magnésio .....	39
5 CONCLUSÃO.....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
APÊNDICE.....	48

## RESUMO

O trabalho foi conduzido na área experimental da Fundação ABC, Fazenda Capão do Cipó, no município de Castro/PR. No período de 13/05/1998 à 30/01/1999 com objetivo de avaliar a dinâmica da decomposição e liberação de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) da palhada das coberturas de inverno, envolvendo as culturas de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.). O delineamento experimental empregado foi de blocos ao acaso em fatorial. Os tratamentos testados foram os resultantes das combinações das duas coberturas de solo (aveia preta e nabo forrageiro), cortadas em três estádios de desenvolvimento: vegetativo (94 dias), florescimento (103 dias) e pleno florescimento (116 dias) e com cinco épocas de coleta dos materiais para avaliação da liberação de nutrientes. Os resultados das avaliações foram submetidos a análise de variância e regressão, sendo feito o ajuste a um modelo matemático que descreve a perda de massa no tempo, segundo (BADRE *et al*,1998). Este modelo exponencial relaciona a taxa de decomposição da massa bem como da liberação dos nutrientes como uma função quadrática do tempo (t). O modelo matemático usado foi:  $M^{(t)} = M_{(0)} \cdot \text{Exp.}^{-t(a+t^2 b)}$ . A produção de massa seca não diferiu entre as espécies sendo maior nas condições de florescimento e pleno florescimento em relação ao estádio vegetativo, tanto para aveia como para o nabo forrageiro ( $p < 0,01$ ). O modelo exponencial se ajustou perfeitamente à taxa de mineralização da massa seca (MS) com o tempo ( $p < 0,01$ ) para ambas espécies e os estádios avaliados, cujos coeficientes variaram em função das diferenças quanto à relação carbono/fósforo (C/P), celulose e hemicelulose (FDN), para as espécies ( $p < 0,01$ ) e não entre os estádios ( $p > 0,05$ ). A relação carbono/nitrogênio (C/N) e lignina, sílica e cutina (FDA) foram diferentes entre os estádios ( $p < 0,05$ ), mas não para as espécies ( $p > 0,05$ ). Para a liberação de nutrientes o modelo exponencial indicou ser altamente significativo ( $p < 0,01$ ) para todos os nutrientes avaliados independente das espécies e dos estádios de desenvolvimento.

Palavras-chaves: mineralização, *Avena strigosa* Schreb, *Raphanus sativus* L., nutrientes, palhada.

## ABSTRACT

The dynamics of nutrient (N, P, K, Ca and Mg) decomposition and release from winter litter mulching of black oat (*Avena strigosa* Schreb) and turnip (*Raphanus sativus* L.) were studied during a 8,5 month period. Factorial randomized blocks were used as the experimental design. A combination of the two mentioned soil mulchings cut at three development stages was used. These were: vegetative (94 days), flowering (103 days) and full flowering (116 days). Harvested material was put into small nylon bags that were scattered on the soil and recovered after five periods of four weeks each for content examination. Results were submitted to variance and regression analysis. Adjustment to a mathematical model indicating mass loss was made according to BADRE *et alii*, (1998). The exponential model relates the mass decomposition rate as well as nutrient release as a quadratic function on time (t). The mathematical model used was:  $M(t) = M(o) \cdot \text{Exp. } t \cdot (a \cdot t + b)$ . The dry mass production presented no differences between species. It was higher under flowering and full flowering conditions when compared to the vegetative phase for oat as well as for turnip ( $p < 0,01$ ). The exponential model was adjusted to the obtained dry mass (DM) mineralization rate according to its harvest time ( $p < 0,01$ ) for both species and their respective development phases. Coefficients found varied according to differences observed on carbon/phosphor (C/P) ratio and cellulose and hemicellulose (NDF) content of the species ( $p < 0,01$ ) and not between the above mentioned development phases ( $p > 0,05$ ). The carbon/nitrogen (C/N) ratio and lignin, silica and cutin (ADF) were both different between the different development phases ( $p < 0,05$ ), but not between species ( $p > 0,05$ ). In terms of nutrient release the exponential model used was highly significant ( $p < 0,01$ ) for all nutrients independently of the species studied and their development phases.

Word-keys: mineralization, *Avena strigosa* Schreb, *Raphanus sativus* L., nutritious, litter.

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1- ROTAÇÃO DE CULTURAS DA ÁREA EXPERIMENTAL . FAZENDA CAPÃO DO CIPÓ/FUNDAÇÃO ABC, CASTRO, PR, 1998/99.....	12
TABELA 2 - RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICA E GRANULOMÉTRICA INICIAIS DO SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL, NAS CAMADAS DE 0-10 CM E 10-20 CM FAZENDA CAPÃO DO CIPÓ/FUNDAÇÃO ABC, CASTRO/ PR,1998/99. ....	13
TABELA 3 - DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS UTILIZADOS, COBERTURAS DE SOLO E ÉPOCAS DE CORTE, FAZENDA CAPÃO DO CIPÓ/FUNDAÇÃO ABC, CASTRO, PR,1998/99.....	15
TABELA 4 -DESCRIÇÃO DAS ÉPOCAS DE COLETA DA PALHADA DE AVEIA-PRETA ( <i>Avena strigosa</i> Schreb) E NABO FORRAGEIRO ( <i>Raphanus sativus</i> L.), FAZENDA CAPÃO DO CIPÓ/FUNDAÇÃO ABC, CASTRO, PR, 1998/99.....	16
TABELA 5 - MEIA VIDA DA PALHADA DA AVEIA E NABO FORRAGEIRO NOS ESTÁDIOS VEGETATIVO, FLORESCIMENTO E PLENO FLORESCIMENTO.....	22

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 2 – TEMPERATURA MÉDIA DAS MÍNIMAS E MÉDIA DAS MÁXIMAS REFERENTES AO PERÍODO TOTAL DO EXPERIMENTO. FAZENDA CAPÃO DO CIPÓ/FUNDAÇÃO ABC, CASTRO, PR, 1998/99. ....	14
FIGURA 3 - PRODUÇÃO DE MASSA SECA (MS) DE AVEIA PRETA E NABO FORRAGEIRO NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO (V) , FLORESCIMENTO (F) E PLENO FLORESCIMENTO (PF) . ....	19
FIGURA 4 - VARIAÇÃO NA MASSA SECA DA PALHADA DE AVEIA PRETA E NABO FORRAGEIRO AO LONGO DO TEMPO NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO (APV), FLORESCIMENTO (APF) E PLENO FLORESCIMENTO (APPF). ....	21
FIGURA 5 - VARIAÇÃO DA RELAÇÃO C/N E C/P DA PALHADA DO NABO FORRAGEIRO E AVEIA PRETA AO LONGO DO TEMPO NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, VEGETATIVO, FLORESCIMENTO E PLENO FLORESCIMENTO. ....	23
FIGURA 6 - VALORES DE FDA DA PALHADA DE AVEIA PRETA E NABO FORRAGEIRO NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO (V), FLORESCIMENTO(F) E PLENO FLORESCIMENTO (PF). ....	24
FIGURA 7 – VALORES DE FDN DA PALHADA DE AVEIA PRETA E NABO FORRAGEIRO NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO (V), FLORESCIMENTO (F) E PLENO FLORESCIMENTO (PF). ....	25
FIGURA 8 - VARIAÇÃO DA HEMICELULOSE PARA AS COBERTURAS DE AVEIA PRETA E NABO FORRAGEIRO NOS TRES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO....	26
FIGURA 9 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEORES DE NITROGÊNIO PARA A COBERTURA DE AVEIA PRETA NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO (APV), FLORESCIMENTO (APF) E PLENO FLORESCIMENTO(APPF).....	28
FIGURA 10 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEORES DE NITROGÊNIO PARA A COBERTURA DE NABO FORRAGEIRO NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, VEGETATIVO (NFV), FLORESCIMENTO (NFF) E PLENO FLORESCIMENTO (NFPF). ....	29

FIGURA 11 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEORES DE FOSFORO PARA A COBERTURA DE AVEIA PRETA NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, VEGETATIVO (APV), FLORESCIMENTO (APF) E PLENO FLORESCIMENTO (APPF).....	31
FIGURA 12 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEORES DE FOSFORO PARA A COBERTURA DE NABO FORRAGEIRO NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, VEGETATIVO (NFV), FLORESCIMENTO (NFF) E PLENO FLORESCIMENTO (NFPF). ....	32
FIGURA 13 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEORES DE POTÁSSIO PARA A COBERTURA DE AVEIA PRETA NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, VEGETATIVO (APV), FLORESCIMENTO (APF) E PLENO FLORESCIMENTO (APPF).....	34
FIGURA 14 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEORES DE POTÁSSIO PARA A COBERTURA DE NABO FORRAGEIRO NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, VEGETATIVO (APV), FLORESCIMENTO (APF) E PLENO FLORESCIMENTO (APPF). ....	35
FIGURA 15 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEORES DE CÁLCIO PARA A COBERTURA DE AVEIA PRETA NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, VEGETATIVO (APV), FLORESCIMENTO (APF) E PLENO FLORESCIMENTO (APPF).....	37
FIGURA 16 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEORES DE CÁLCIO PARA A COBERTURA DE NABO FORRAGEIRO NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, VEGETATIVO (NFV), FLORESCIMENTO (NFF) E PLENO FLORESCIMENTO (NFPF). ....	38
FIGURA 17 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEORES DE MAGNÉSIO PARA A COBERTURA DE AVEIA PRETA NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, VEGETATIVO (APV), FLORESCIMENTO (APF) E PLENO FLORESCIMENTO (APPF).....	40
FIGURA 18 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEORES DE MAGNÉSIO PARA A COBERTURA DE NABO FORRAGEIRO NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, VEGETATIVO (V), FLORESCIMENTO (NFF) E PLENO FLORESCIMENTO (NFPF).....	41

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AP - AVEIA PRETA

APF - AVEIA PRETA FLORESCIMENTO

APPF - AVEIA PRETA PLENO FLORESCIMENTO

APV - AVEIA PRETA VEGETATIVO

C/N - RELAÇÃO CARBONO/NITROGÊNIO

C/P - RELAÇÃO CARBONO/FÓSFORO

FDN - FIBRA DETERGENTE NEUTRA

FDA - FIBRA DETERGENTE ÁCIDA

F - FLORESCIMENTO

MS - MASSA SECA

MO - MATÉRIA ORGÂNICA

NF - NABO FORRAGEIRO

NFF - NABO FORRAGEIRO FLORESCIMENTO

NFPF - NABO FORRAGEIRO PLENO FLORESCIMENTO

NFV - NABO FORRAGEIRO VEGETATIVO

NIRS - NEAR-INFRARED REFLECTANCE SPECTROSCOPY

PF - PLENO FLORESCIMENTO

SPD - SISTEMA DE PLANTIO DIRETO

V - VEGETATIVO

## 1-INTRODUÇÃO

O plantio direto surgiu no Paraná na década de 70, e representou um avanço na conservação de solos e utilização de insumos. Com o seu emprego demonstrou-se que os resíduos vegetais podem ser deixados sobre a superfície sendo incorporados ao solo por via biológica, tornando a atividade microbiana mais intensa. Verificou-se que o plantio direto é o sistema de semeadura ou de preparo do solo mais eficaz no controle da erosão, reduzindo as perdas de solo no tratamento com ausência de cobertura. O não revolvimento do solo e sua permanente cobertura, seja ela com plantas vivas ou mortas, promovem a estruturação do solo reduzindo a sua perda por erosão. Sendo a planta uma extratora de nutrientes, sua decomposição tem uma grande importância na liberação destes para o solo. A concentração de nutrientes nas plantas, expressa com base na massa seca (MS), é alterada por vários fatores, incluindo espécie e cultivar, idade e órgãos da planta, interação com outros nutrientes e fatores ambientais como precipitação, temperatura e luminosidade (FAGERIA; BALIGAR ; JONES, 1991).

No sistema de plantio direto uma das principais culturas utilizadas pelo elevado volume de palhada e raízes é aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), outra é o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), que tem uma raiz pivotante profunda e altamente vigorosa. A utilização dessas plantas de rápido crescimento, contribuem para diminuir infestação da lavoura com plantas invasoras, reciclagem de nutrientes, cobertura do solo, bem como melhora a estrutura e aeração do solo. O conteúdo mineral da planta é variável conforme a idade, sendo que maior concentração de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) são normalmente observadas em tecidos jovens, enquanto que tecidos velhos há maior concentração de cálcio (Ca), manganês (Mn), ferro (Fe) e boro (B). A variação de N, P e K é devido a maior absorção destes nutrientes quando comparada com a taxa de crescimento nos primeiros estágios de desenvolvimento. O conhecimento da liberação de nutrientes permite um manejo diferenciado da palhada em função da sua qualidade bem como definir a melhor época de semeadura da cultura de verão.

Universidade Federal do Paraná em conjunto com a Fundação ABC, vem desenvolvendo trabalhos de pesquisa em plantio direto afim de que estes gerem dados que possam auxiliar na melhoria da atividade agrícola. Os trabalhos de campo com relação a liberação de nutrientes e dinâmica de decomposição da palhada ainda são poucos. O melhor conhecimento dessa dinâmica

permitirá uma melhor utilização e aproveitamento destes nutrientes, possibilitando um manejo de adubação mais econômico, buscando-se a redução de custos e alternativas ecológicas de recuperação do solo. Com isso torna-se necessário um estudo mais aprofundado das culturas utilizadas para rotação e cobertura do solo.

A hipótese deste trabalho é que havendo diferentes coberturas de inverno com diferentes estádios de desenvolvimento a quantidade e a dinâmica de liberação de nutrientes seja diferente para a palhada dessas distintas espécies e seus respectivos estádios de desenvolvimento, permitindo por meio do manejo de dessecação um melhor aproveitamento dos nutrientes liberados pela cultura em cobertura. Existindo um modelo que explique a liberação de nutrientes armazenados na palhada, possibilita a tomada de decisões antecipadas em relação ao manejo a ser adotado (adubação relacionada ao estádio de maior necessidade da cultura de verão), visando a manutenção da sustentabilidade do sistema ao longo do tempo.

O objetivo geral desta pesquisa foi de avaliar a dinâmica da decomposição e liberação de nutrientes da palhada de coberturas de inverno, envolvendo as culturas de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) em diferentes estádios de desenvolvimento.

Os objetivos específicos foram: 1. Avaliar a dinâmica de decomposição da massa seca das culturas de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), e sua relação com carbono/nitrogênio (C/N), carbono/fósforo (C/P), celulose e hemicelulose (FDN), lignina, sílica e cutina (FDA) nos diferentes estádios de desenvolvimento (vegetativo, florescimento e pleno florescimento); 2. Quantificar a liberação dos nutrientes, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) das culturas de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) nos diferentes estádios de desenvolvimento (vegetativo, florescimento e pleno florescimento).

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 IMPORTÂNCIA DA PALHADA NO PLANTIO DIRETO

O sistema de plantio direto no Brasil só foi possível após a introdução de herbicidas que permitiram um controle eficiente das plantas daninhas e de semeadeiras capazes de realizarem o corte da palhada remanescente na superfície do solo. Segundo MUZILLI (1981) e DICK (1983), o plantio direto apresenta vantagens em relação ao plantio convencional podendo ser ressaltadas como principais o controle de erosão, a conservação da umidade, o controle de plantas daninhas, a melhoria na estrutura do solo e nas condições fitossanitárias da cultura.

Com o emprego do plantio direto, demonstrou-se que os restos de plantas podem ser deixados sobre a superfície sendo incorporados ao solo por via biológica, trazendo resultados positivos (HEINZMANN, 1985; DERPSCH *et al.*, 1985). Não se pode imaginar hoje uma propriedade agrícola economicamente sustentável sem rotação de culturas e manejo adequado de solo. DERPSCH e CALEGARI (1985), comprovaram maiores rendimentos da cultura da soja quando semeada após aveia preta e, da ervilhaca e feijão, após aveia preta e nabo forrageiro.

A utilização da palhada como cobertura sem dúvida afeta a fertilidade do solo, promovendo um aumento do teor de matéria orgânica, ao longo dos anos; aumentando a disponibilidade de macro e micronutrientes (de forma assimiláveis pela planta); aumentando a CTC efetiva do solo e segundo DEBARBA e AMADO (1997) é possível reduzir as taxas de perdas de solo em até  $2,5 \text{ T.ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ , semelhante à taxa estimada de formação de solo. Com o uso da adubação verde não se pretende a substituição de adubos minerais, mas a sua complementação. Em função do efeito positivo alcançado pela interação entre adubo mineral e adubação verde é possível, pela aplicação combinada de ambos, obter rendimentos maiores do que pelo emprego de cada um isoladamente (DEBRUCK; BOGULAWSKI, 1979).

A palhada promove efeitos benéficos na regulação da temperatura, umidade do solo e aumento no conteúdo de carbono e nitrogênio orgânicos próximo a superfície do solo, maior infiltração e retenção de água, de plantas daninhas e conseqüente uso de insumos, e reduz a compactação superficial do solo pelo pisoteio de animais em áreas de integração lavoura-pecuária (DERPSCH *et al.*, 1985; AITA, 1997; AMADO, 1999).

O processo de decomposição dos resíduos vegetais é controlado basicamente pelas características qualitativas do material, principalmente pelos seus teores de nitrogênio, carbono, lignina e polifenóis (HEAL *et al.*, 1997). De acordo com VAN SOEST, (1994), a parede celular é composta por carboidratos estruturais de baixa solubilidade (celulose, hemicelulose e lignina) além de sílica e cutina, os quais correspondem à fração fibra bruta (FB) da palhada. Já o conteúdo celular é composto por amido e carboidratos solúveis, proteína bruta, lipídios, vitaminas e minerais, correspondendo à fração solúvel ou parcialmente solúvel e de alta velocidade de consumo pelos microorganismos do solo.

Segundo KONONOVA (1966), a fração de carboidratos, ligninas, hormônios, pigmentos, aminoácidos, proteínas assim como ácidos orgânicos representam de 10 a 15% da matéria orgânica do solo. O material humificado constituído de resíduos de natureza complexa e de lenta decomposição (ácidos húmicos, fúlvicos e humina), representam de 85 a 90%. Quando na palhada não houver todos os elementos (C, N, P, S e micronutrientes) que fazem parte da célula, não se têm crescimento microbiano e, portanto não há decomposição. Os microorganismos retiram então estes nutrientes da solução do solo para o seu crescimento competindo com a planta (FRIES, 1997). Quando esta palhada apresentar moléculas orgânicas ricas em N, então durante o processo de decomposição este nitrogênio (N) será liberado como amônio resultando assim em sobras de nitrogênio para o solo ocorrendo o processo de mineralização (FRIES, 1997). A alta relação carbono/nitrogênio (C/N) indica ser este um material que favorece a uma imobilização líquida de N (HEAL; ANDERSON; SWIFT, 1997), este processo ocorre quando a imobilização do N for superior a mineralização, diminuindo o N mineral do solo.

CALEGARI *et al.* (1993)<sup>1</sup> citado por HOLTZ, (1995) indica que a aveia preta é altamente eficiente na reciclagem de nutrientes devido a grande capacidade de produção de massa seca, seu alto teor de nitrogênio total e a maior capacidade de absorção de seu sistema radicular. DERPSCH (1985) observou a aveia preta com relação C/N de 28:1 a qual produziu maior quantidade de massa seca por hectare e maior produtividade da soja (3.086 kg ha<sup>-1</sup>), quando esta foi utilizada como cobertura verde na rotação. DA ROS e AITA (1996), em estudos sobre a perda

---

<sup>1</sup> CALEGARI, A.; ALCÂNTARA, P. B.; MYAZAKA, S. e AMADO, T.J.C. Caracterização das principais espécies de adubo verde. In: *Adubação verde no sul do Brasil*. AS/PTA Rio de Janeiro, 1993.

de massa, encontraram após transcorridos 30 dias da dessecação da aveia, uma perda de 8% de sua massa seca, enquanto que para as leguminosas esta foi de 40%, sendo que a relação C/N da aveia era de 34:1 e da leguminosa de 12,5:1. Outro fator importante está relacionado com o manejo da palhada e a semeadura da cultura subsequente. RUEDELL (1995) observou que a semeadura do milho realizada no mesmo dia da dessecação da aveia e azevém apresentou um decréscimo de 1000 kg ha<sup>-1</sup> quando comparado com aquele semeado respeitando um intervalo de 15 a 20 dias entre dessecação e semeadura, explicado em decorrência da alelopatia e processo de imobilização do nitrogênio. A decomposição da palhada tem sido realizada, em geral por meio da incubação do material vegetal com solo em laboratórios, sendo esta estimada por meio da perda de peso de carbono na forma de CO<sub>2</sub> ou com uso de carbono e nitrogênio marcados. É também bastante comum o confinamento dos resíduos em sacos de fibra ou nylon (“litter bag”). Segundo DOUGLAS *et al.* (1980) o confinamento de resíduos vegetais em sacos de nylon não promove alterações significativas em comparação as condições naturais do campo. Neste estudo se utilizou o método “litter bag”, segundo BOCOCK *et al* (1960), considerado um método apropriado para tratamentos de palhada em superfície e a campo, apresenta vantagens, pois permite acesso normal da fauna do solo e também medir o efeito da incorporação da palhada no solo, estas amostras de palhadas podem ainda ser combinadas com outras determinantes das propriedades e processos do solo. A desvantagem seria a perda do material á campo quando manuseado o saco de nylon, o que pode ser contornado pelo tamanho da malha utilizada (WIEDER & LANG, 1982).

## 2.2 FATORES QUE AFETAM A DECOMPOSIÇÃO DA PALHADA

A decomposição dos resíduos de diferentes espécies de cobertura é realizada pela atividade de microorganismos no solo os quais sofrem influência principalmente da temperatura, aeração e umidade. A umidade e aeração do solo são fatores interdependentes que interferem na velocidade de decomposição, pois determinam o tipo de metabolismo energético possível de ser utilizado pelos microorganismos. A variação da temperatura (ar e solo) atua como condicionadora da atividade microbiana pelo seu caráter seletivo sobre as populações de microorganismos definindo as espécies presentes em cada condição térmica e determinando suas

taxas de crescimento. De acordo com SIQUEIRA (1987) a temperatura crítica para a decomposição estaria em torno de 25° C, abaixo do qual haveria acúmulo e acima, a redução da matéria orgânica do solo, afirmando também que entre 30° C e 40° C se daria a velocidade máxima de decomposição. Também o pH e o potencial de oxi-redução, interferem na decomposição. Segundo FRIES (1997), em função do pH teremos maior ou menor decomposição, e a quantidade de oxigênio em um ambiente é que vai determinar o seu potencial de oxi-redução.

BROWN e DICKEY (1970) e DOUGLAS *et al.* (1980), em estudos sobre a decomposição da palhada de trigo em sacos no campo, encontraram perdas de 35% e 59% (após 18 meses), e de 31% e 85% (após 26 meses), do peso do material colocado na superfície do solo e enterrado no solo, justificando que à maior persistência dos resíduos na superfície foi devido à maior amplitude térmica e de umidade afetando negativamente a atividade microbiana e retardando a sua decomposição. CORDONE *et al.* (1991), ao avaliarem a palhada de aveia deixada na superfície do solo ou enterrada, verificaram que a incorporação favoreceu o ataque microbiano, acelerando a decomposição e diminuindo a quantidade mais rapidamente ao longo do tempo do que a palhada deixada na superfície, que apresentou uma decomposição linear ao longo do tempo. Outros autores verificaram que o material vegetal enterrado reduziu a sua decomposição quando houve baixas temperaturas e baixos teores de umidade (CORDONE *et al.* 1991, HERMAN *et al.* 1977).

De acordo com PEIXOTO (1997), o processo de transformação dos resíduos, é constituída de duas etapas: uma física (desintegração) e outra química (decomposição). A primeira diz respeito a quebra mecânica das estruturas da palhada, principalmente pelo ataque da mesofauna, e na última os resíduos são decompostos em suas unidades estruturais por enzimas extracelulares, sendo estas absorvidas e oxidadas pelos microorganismos, dos quais retiram energia e nutrientes inorgânicos para o seu desenvolvimento, segundo FRIES (1997), a facilidade da decomposição está relacionada aos componentes bioquímicos que fazem parte desta palhada.

As características químicas da palhada afetam a sua decomposição, segundo PEIXOTO (1997), cerca de 70-75% do peso dos resíduos da plantas é mineralizado mais rapidamente, sendo 67% mineralizado em 1 ano e 80% em 5 anos, conseqüentemente 20 a 33% é a quantidade máxima de húmus novo formado, do peso do material inicial, mas nem toda massa remanescente

é convertida e retida no solo. Os resíduos orgânicos ou palhada são responsáveis pela intensidade da atividade microbiana, e os componentes bioquímicos que fazem parte desta palhada é que determinam o grau e a velocidade de decomposição. A parede celular pode ser separada em fibra detergente neutro (FDN) que determina a sua concentração na planta e expressa a porção fibra (celulose e hemicelulose) e fibra detergente ácido (FDA) que determina a qualidade da parede celular e expressa a fração menos degradável (lignina, sílica e cutina). Estes dois componentes, FDN e FDA, determinam a velocidade da decomposição da palhada e, por sua vez, a qualidade da palhada quando associados com o teor de minerais e concentração energética.

O carbono está ligado a síntese e decomposição dos vegetais, os quais por meio da fotossíntese fixam o CO<sub>2</sub> atmosférico que reage na presença de água e luz, formando os carboidratos que compõem a biomassa. Ocorrendo o processo de mineralização, o carbono é novamente liberado para atmosfera, fechando o ciclo deste elemento.

HERMAN *et al.* (1977) observaram em experimento com incubação de gramíneas que a taxa de decomposição foi mais rápida durante as 10 primeiras semanas, tendo praticamente cessado na 20ª semana. STOTT *et al.* (1990) estudando a decomposição da palhada de trigo observaram um grande decréscimo na espessura da camada que inicialmente era de 12 a 20 cm, e após 40 semanas passou a ser de 1 a 4 cm, ficando o material mais resistente, como caule. HOLTZ (1995), observou na dinâmica de decomposição da palhada que a aveia preta apresentou uma mineralização inicial do nitrogênio maior do que na palhada de milho.

RANNELS e WAGGER (1992) estudando a decomposição de resíduos de trevo constataram que a composição química estrutural do vegetal, quando cortado em diversos estádios de desenvolvimento, influenciou significativamente a sua taxa de decomposição e liberação de nutrientes. Outro parâmetro importante que interfere na velocidade de decomposição da palhada é a disponibilidade de nitrogênio no solo, baixos teores de nitrogênio na palhada reduzem a vida microbiana e conseqüente mineralização desta (AITA, 1997).

### 2.3 INFLUÊNCIA DA PALHADA E SEUS NUTRIENTES NO SOLO

A matéria orgânica exerce importantes efeitos benéficos sobre as propriedades do solo, contribuindo para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Segundo KIEHL (1985), a fertilidade de um solo pode ser elevada pelo emprego de fertilizantes minerais, corretivos e

fertilizantes orgânicos, mas somente a matéria orgânica é capaz de melhorar as propriedades físicas do solo (densidade aparente, estruturação, aeração, drenagem, retenção de água), alterando as propriedades químicas, pois é importante reserva de nutrientes, principalmente nitrogênio, fósforo, enxofre e micronutrientes.

A manutenção dos resíduos culturais ou palhada na superfície do solo, associada à mobilização deste apenas na linha de semeadura e a rotação de culturas, provocam importantes alterações nas propriedades do solo. A ação cimentante da matéria orgânica faz com que ocorra uma melhor estruturação do solo reduzindo acentuadamente a erosão, amenizando perdas de solo e nutrientes, conseqüências que refletem diretamente na fertilidade do solo. Os resíduos na superfície reduzem ainda as perdas de água por evaporação e diminuem a amplitude térmica diária do solo em períodos de elevadas temperaturas. Segundo AMADO *et al.* (1989) é necessário 2 t ha<sup>-1</sup> de resíduos de soja, sendo estes uniformemente distribuídos sobre a superfície do solo, para reduzir em até 70% a erosão hídrica.

SIDIRAS e PAVAN (1986), estudando a influência do manejo na temperatura do solo registraram no preparo convencional temperaturas superiores a 40°C, inadequadas ao desenvolvimento da soja, enquanto que no plantio direto e em cobertura permanente, as temperaturas observadas nunca excederam os 35° C respectivamente, as maiores diferenças de temperatura entre os dois sistemas nas profundidades de 3 e 6 cm, ocorreram às 14 horas, afirmando que a palhada teve efeito isolante reduzindo a quantidade de calor do solo. BRAGNOLO e MIELNICZUK (1990), concluíram que a palhada de trigo agiu retardando a evaporação, assim como aumentou a capacidade de retenção de água no solo, porém não evitou a secagem em períodos de estiagem, os mesmos observaram que na rotação milho/aveia, a temperatura máxima foi 2°C menor do que na parcela descoberta, e a maior diferença na umidade do solo ocorreu na camada de 0 a 5 cm de profundidade, a espécie e a idade da cultura no campo influenciaram o regime de temperatura e de umidade do solo.

A quantidade e qualidade da palhada tem influência direta na maior ou menor liberação de nutrientes para o solo. Estudos comprovam que o manejo diferenciado em relação a qualidade da palhada tem gerado resultados surpreendentes. A aveia preta produz grande quantidade de massa aérea e sementes e recicla nutrientes, (AITA, 1997). Aumenta a mobilidade de Ca para as camadas mais subsuperficiais e segundo CASSIOLATO *et al.* (1999) o resíduo da aveia

proporciona aumento do pH e Ca no perfil do solo até 25cm, neutralizando todo o  $Al^{3+}$  até 15cm de profundidade. A partir destes resultados pode-se aplicar com mais segurança o calcário em cobertura no sistema de plantio direto.

O nabo forrageiro é bastante utilizado pelo seu rápido desenvolvimento inicial e ciclagem de nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio (FIORIM, 1999). AMADO (1991), encontrou quantidades de nitrogênio acumulado no nabo forrageiro ( $106 \text{ kg ha}^{-1}$ ), superiores a ervilhaca ( $70 \text{ kg ha}^{-1}$ ), tremoço ( $100 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e aveia preta ( $70 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Estas diferenças expressas pelo nabo devem estar relacionadas a capacidade diferenciada de absorção de nitrogênio do solo.

A dinâmica do carbono e nitrogênio durante a decomposição microbiana dos materiais orgânicos apresentam uma estreita relação. Os processos microbianos de mineralização, imobilização e desnitrificação do nitrogênio são os que estão mais diretamente ligados à dinâmica do carbono. MUZILLI (1983), em estudos de reciclagem da matéria orgânica no solo através da palhada, observou após 8 anos de plantio direto, um acréscimo de 43% nos teores de carbono orgânico, contra 12% no preparo convencional na camada de 0 a 10cm. Em avaliações de rotação de cultura em plantio direto, conduzido há 8 anos, foi possível estimar que cerca de 40% do N adicionado ao solo foi incorporado na matéria orgânica (PAVINATO, 1993); com isso espera-se um aumento na disponibilidade de nitrogênio com o tempo no sistema plantio direto. Os níveis de nitrogênio no solo são determinados basicamente pelo balanço entre quantidade mineralizada, a partir da matéria orgânica e da decomposição de resíduos vegetais, da adição de fertilizantes e pelas perdas por lixiviação, volatilização e desnitrificação.

O sistema plantio direto constrói ao longo do tempo a fertilidade do solo pelo acúmulo acentuado de matéria orgânica e nutriente na superfície formando assim um gradiente de fertilidade que diminui drasticamente de concentração com aumento da profundidade observada (PEIXOTO; ELTTZ, 1986).

O plantio convencional provoca uma fragmentação da cobertura existente no solo, aumentando a aeração e incorporação dos resíduos vegetais ao solo, provocando uma rápida decomposição e perda de carbono orgânico, assim como uma maior mineralização do nitrogênio e fósforo orgânico do solo (CAMPBELL, 1978). Comparando plantio direto e plantio convencional pode-se observar que no primeiro sistema ocorrem teores de carbono bem maiores

na superfície do solo devido ao maior acúmulo de matéria orgânica, enquanto no plantio convencional ha uma distribuição mais homogênea no perfil do solo devido ao revolvimento. Os processos de mineralização, imobilização e desnitrificação do nitrogênio estão diretamente ligados à dinâmica do carbono (AITA, 1997). O nitrogênio é encontrado de três formas principais: na MO do solo (principal fonte de nitrogênio); leguminosas noduladas e fertilizantes nitrogenados sintéticos. Infelizmente quantidades significativas de nitrogênio são perdidas do sistema por lixiviação, volatilização e denitrificação.

A quantidade de nitrogênio retornada ao solo na forma de resíduos constitui sem dúvida alguma, uma considerável porção do nitrogênio total removido pelas plantas, a máxima absorção de nitrogênio pela cultura da aveia preta encontra-se na fase de crescimento vegetativo (KELLING; FIXEN, 1992) e na pré-floração (MOOY et al., 1973), sendo que esta varia muito com a espécie, condições climáticas, rendimento e o nível original de nitrogênio assimilado pela planta.

Na matéria orgânica vegetal o nitrogênio é encontrado principalmente na forma de proteínas, podendo ser encontrado nas nucleoproteínas, nos aminoácidos, nos polipeptídeos, nas enzimas e em outros compostos em pequenas quantidades. O nitrogênio regula a velocidade de decomposição e a atividade microbiana; uma planta com alta relação C/N apresenta um grau maior de resistência a decomposição (FASSBENDER, 1975). Pode-se esperar que a imobilização do nitrogênio mineral do solo seja maior que a mineralização, e o processo de decomposição será lento; quando o nitrogênio é insuficiente, os microorganismos usam o nitrato ou amônio do solo para formar proteínas. Neste caso a produção de húmus será menor. No solo o nitrogênio encontra-se principalmente na forma orgânica, o restante, uma pequena fração muito variável do teor total, encontra-se nas formas inorgânicas de amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) e principalmente de nitrato ( $\text{NO}_3$ ), (RAIJ, 1983). Em condições de boa aeração e pH não muito baixo, o amônio é rapidamente convertido em nitrato. O suprimento de nitrogênio por meio da MO é difícil de prever, pois seu teor é bastante variável com o passar do tempo e também é dependente da cultura existente sendo ela maior ou menor extratora deste nutriente.

O fósforo (P) apresenta grande importância, devido a sua menor disponibilidade a planta. A fração orgânica do P total no solo é de 20 à 60% (TIESSEN *et al.*, 1994), sendo que a concentração de P na matéria orgânica é cerca de 0,5% (BARBER, 1984). A matéria orgânica é

importante fonte de fósforo, e está diretamente ligada a variação do pH, onde aumentando o pH aumenta o armazenamento do fósforo retido na matéria orgânica; a calagem aumenta portanto a disponibilidade do fósforo orgânico, aumentando também a fixação de fósforo mineral liberado, caso as raízes não o assimilarem. Existem diferenças entre espécies vegetais em aproveitar o fósforo do solo, quanto ao tamanho do sistema radicular e capacidade de absorção do cálcio, ciclo da planta, capacidade das raízes de acidificarem a rizosfera.

Os solos brasileiros na sua maioria se apresentam com baixos teores de Ca e Mg e níveis tóxicos de alumínio ( $Al^{+3}$ ), que comprovam a influência de resíduos vegetais na correção de acidez e diminuição do nível tóxico do  $Al^{+3}$ , tendo um efeito semelhante a calagem (MIYAZAWA; PAVAN; CALEGARI, 1993; CASSIOLATO *et al.*, 1999), sendo que a aveia preta e o nabo forrageiro foram os que apresentaram maior capacidade de neutralização do  $Al^{+3}$ , esta capacidade segundo MIYAZAWA *et al* (1993), se deve a quantidade de cátions (Ca, Mg e K) e ânions orgânicos presentes nos tecidos da planta reduzindo com o avanço da idade da planta.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

O experimento foi conduzido à campo, no ano agrícola 1998/99, na Fazenda Capão do Cipó, Estação Experimental da Fundação ABC, em Castro/PR. A região apresenta as coordenadas geográficas de latitude Sul 24°47'30"; de longitude Oeste 49°56'43" e altitude média de 980 m. A escolha da área experimental foi baseada no histórico da gleba (TABELA 1).

Anteriormente à instalação do experimento foi adotada na área a rotação de culturas, que recebeu adubação mineral, conforme análise química do solo.

TABELA 1 ROTAÇÃO DE CULTURAS DA ÁREA EXPERIMENTAL . FAZENDA CAPÃO DO CIPÓ/FUNDAÇÃO ABC, CASTRO, PR, 1998/99.

ANO	INVERNO	VERÃO
1995	Aveia preta( <i>Avena strigosa</i> Schreb)	Milho ( <i>Zea mays</i> )
1996	Triticale( <i>Triticum secale</i> )	Soja( <i>Glycine Max</i> )
1997	Aveia preta( <i>Avena strigosa</i> Schreb)	Milho( <i>Zea mays</i> )

O solo da área experimental é caracterizado como um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típicos A proeminente, textura argilosa, fase campo subtropical relevo suave ondulado. Anteriormente à instalação do experimento foram coletadas amostras para caracterização química e granulométrica nas camadas de 0 - 10 cm e 10 - 20 cm, sendo os resultados apresentados na TABELA 2.

TABELA 2 - RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICA E GRANULOMÉTRICA INICIAIS DO SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL, NAS CAMADAS DE 0-10 cm E 10-20 cm FAZENDA CAPÃO DO CIPÓ/FUNDAÇÃO ABC, CASTRO/PR,1998/99.

Faixa cm	pH CaCl <sub>2</sub>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	CTC	<sup>1</sup> P	<sup>2</sup> M.O.	V	Al
		mmol.c.dm <sup>-3</sup>			mg.dm <sup>-3</sup>			g.dm <sup>-3</sup>	%		
00-10	5,2	0	42	51	28	2,7	123,7	74	54	66	0
10-20	4,9	1	58	28	12	1,5	99,5	41	41	42	2,4

cm	Granulometria %		
	Areia	Silte	Argila
00-10	37	37	26
10-20	30	33	37

<sup>(1)</sup> Determinação por resina de troca aniônica.

<sup>(2)</sup> Matéria orgânica

A região, segundo a classificação de Köppen, apresenta clima tipo Cfb-sub-tropical úmido, mesotérmico, verões amenos, com geadas severas, demasiadamente freqüentes, sem estação seca, temperatura média anual de 20° C e precipitação média anual de 1569 mm. Os dados meteorológicos foram anotados na estação climatológica pertencente ao campo experimental, fazenda Capão do Cipó/Fundação ABC, Castro/Paraná, apresentados nas figuras 1 e 2, a seguir.

FIGURA 1 – PRECIPITAÇÃO DURANTE O PERÍODO DE REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO. FAZENDA CAPÃO DO CIPÓ/FUNDAÇÃO ABC, CASTRO/PR, 1998/99.

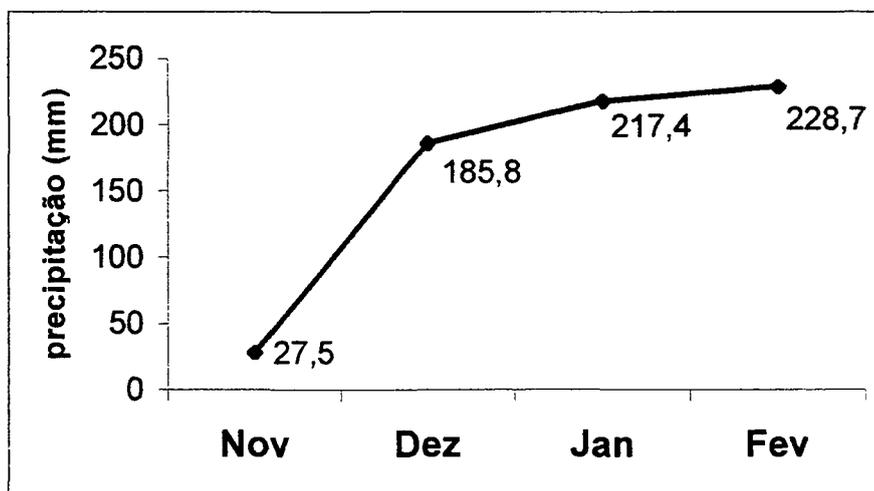
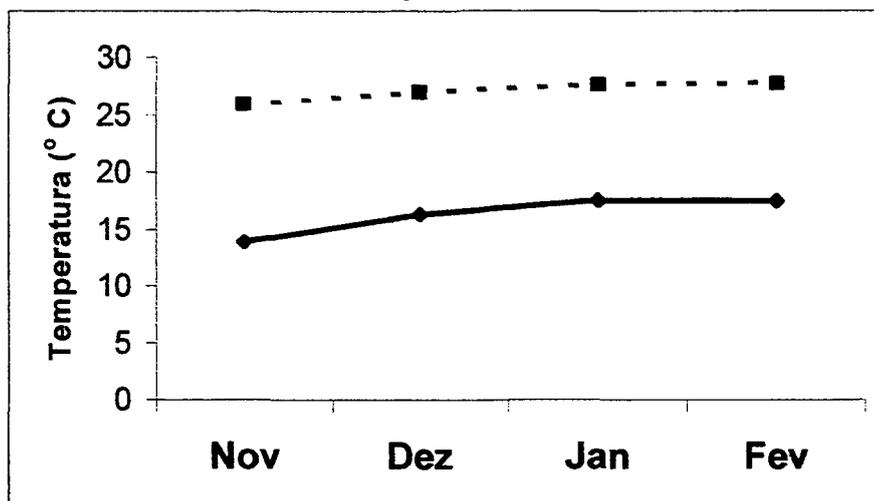


FIGURA 2 – TEMPERATURA MÉDIA DAS MÍNIMAS E MÉDIA DAS MÁXIMAS REFERENTES AO PERÍODO TOTAL DO EXPERIMENTO. FAZENDA CAPÃO DO CIPÓ/FUNDAÇÃO ABC, CASTRO, PR, 1998/99.



— Temp. média das máximas    \_\_\_\_ Temp. média das mínimas

### 3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental empregado foi de blocos ao acaso em fatorial. Os tratamentos testados foram os resultantes de duas coberturas de solo (aveia preta e nabo forrageiro), cortadas em três estádios de desenvolvimento: vegetativo (94 dias), início florescimento (103 dias) e pleno florescimento (116 dias) e com cinco épocas de coleta dos materiais para avaliação da liberação de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg).

As coberturas vegetais de solo foram aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.). As três épocas de corte estão presentes na TABELA 3 e as cinco épocas de coleta das palhadas na TABELA 4.

TABELA 3 - DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS UTILIZADOS, COBERTURAS DE SOLO E ÉPOCAS DE CORTE, FAZENDA CAPÃO DO CIPÓ/FUNDAÇÃO ABC, CASTRO, PR, 1998/99.

Tratamento	Coberturas de solo	Épocas de corte
1	Nabo forrageiro	Vegetativo
2	Nabo forrageiro	Início florescimento
3	Nabo forrageiro	Pleno florescimento
4	Aveia-preta	Vegetativo
5	Aveia-preta	Início florescimento
6	Aveia-preta	Pleno florescimento

TABELA 4 -DESCRIÇÃO DAS ÉPOCAS DE COLETA DA PALHADA DE AVEIA-PRETA (*Avena strigosa* Schreb) E NABO FORRAGEIRO (*Raphanus sativus* L.), FAZENDA CAPÃO DO CIPÓ/FUNDAÇÃO ABC, CASTRO, PR, 1998/99.

Data	Dias	Intervalo
17/10/98	0	-
13/11/98	28	-
06/12/98	51	23
03/01/99	79	28
30/01/99	106	27

### 3.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido com uma área de 56,0 m x 27,5 m, totalizando 1540,0 m<sup>2</sup>. Cada um dos quatro blocos com 5,0 m x 56,0 m = 280,0 m<sup>2</sup>, separados por corredores de 2,5 m para facilitar o manejo, enquanto que as parcelas foram separadas por 1,0 m de corredor para que não houvesse sobreposição das espécies. A gleba escolhida foi cultivada anteriormente com milho. Após a operação de colheita do milho, realizou-se a picagem dos restos culturais usando o equipamento “triton”. As plantas daninhas remanescentes foram dessecadas com o herbicida sistêmico Glifosate, na dose de 960 g i a.ha<sup>-1</sup>, com volume de calda de 150 L.ha<sup>-1</sup>. Quinze dias após a aplicação do produto foi iniciada a semeadura das coberturas de solo. No intervalo entre a dessecação e a semeadura foi feita a coleta de solo para análise.

As sementes de aveia-preta foram tratadas para prevenir a ação de fungos e garantir a população desejável de plantas e a de nabo forrageiro não foi tratada seguindo a prática comum da região. A semeadura das coberturas de solo foi realizada manualmente, a fim de aumentar o controle e garantir menor índice de erro na distribuição de sementes. Para tal operação optou-se pelo sulcamento mecânico das linhas, num espaçamento de 0,17 m para todas as espécies. As semeaduras das parcelas de aveia-preta e nabo forrageiro foram realizadas nos dias 13 de maio, 25 de maio e 08 de junho, todos no ano de 1998.

O escalonamento da sementeira serviu para que no momento do corte as coberturas do solo apresentassem diferentes estádios vegetativos. Os cortes das parcelas de aveia-preta e nabo forrageiro ocorreram aos 94, 103 e 116 dias após a emergência dessas espécies, correspondendo às fases vegetativo, florescimento e pleno florescimento, as quantidades de sementes utilizadas para, aveia-preta e nabo forrageiro foram, respectivamente, 50 e 15 kg.ha<sup>-1</sup>, sendo então realizada a sementeira da cultura do feijoeiro no dia 14 de outubro de 1998.

### 3.4 ANÁLISES DA PALHADA

O material foi cortado rente ao solo no dia 05 de setembro de 1998, utilizando um quadro de ferro medindo 50 x 50 cm e trazido para laboratório onde foi colocado em estufa com circulação forçada a 65°C por 72 horas, para sua total secagem, de modo que se pudesse obter após isto, a sua massa seca, a amostra foi então cortada a 10cm e homogeneizada, após pesou-se 10 gramas de cada material (de acordo com a cultura e estágio de desenvolvimento) e colocou-se nos sacos de tela de nylon, usando o método “litter bag”<sup>2</sup>, medindo 20 x 20 cm, malha 2mm, totalizando 120 sacos. No dia 17 de outubro de 1998 os sacos de decomposição foram colocados na superfície do solo, medindo-se as condições locais de temperatura e umidade do ar. Avaliou-se massa seca, teores de N, P, K, Ca e Mg, relação C/N e C/P, celulose e hemicelulose (FDN), lignina, sílica e cutina (FDA), segundo o procedimento a seguir:

Todo o material vegetal (palhada), foi triturado em um liquidificador industrial, e foi armazenado em tubos plásticos com tampa de rosca. Foram analisados os seguintes elementos: Carbono, Nitrogênio, Potássio, Fósforo, Cálcio e Magnésio, FDN e FDA.

Carbono total - Análises efetuadas pelo método de Walkley e Black modificado descrito por TEDESCO *et al.* (1985).

Nitrogênio total - Análises efetuadas pelo método de destilação de Kjeldahl segundo HILDEBRAND *et al.* (1976).

Fósforo e Potássio – Análises efetuadas pelo método de Perkin-Elmer, Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry, Norwalk, PERKIN-ELMER, 1973.

---

<sup>2</sup> método que consiste em colocar a matéria seca dentro de sacos de nylon BOCK, K. L. and GILBERT, O. The disappearance of leaf litter under different woodland conditions. *Plant and Soil*. V.9, 1957. p. 179-185.

.As análises químicas de tecido vegetal foram realizadas no Laboratório de Nutrição de Plantas do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Os valores de FDN e FDA foram avaliados pelo método de VAN SOEST (1982), utilizando o aparelho NIRS (NEAR-INFRARED REFLECTANCE SPECTROSCOPY) que se encontra no Laboratório de Nutrição Animal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

### 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados das avaliações das variáveis estudadas foram submetidos a análise de variância e de regressão. Ajustou-se o modelo matemático que descreve a perda de massa no tempo. Este modelo exponencial relaciona a taxa de decomposição da massa como uma função quadrática do tempo (t). O modelo estatístico usado foi:

$$M^{(t)} = M_{(0)} \cdot \text{Exp.}^{-t(a+t+b)}$$

Onde:

$M^{(t)}$  = palhada remanescente após t dias.

$M_{(0)}$  = palhada potencialmente decomponível.

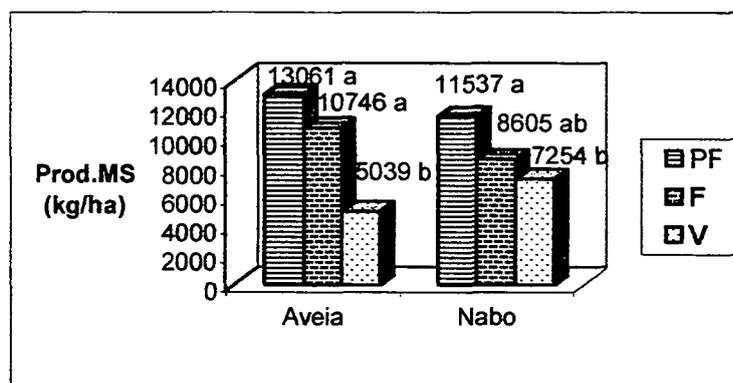
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 PRODUÇÃO DE MASSA SECA

A produção de massa seca foi maior nas condições de florescimento e pleno florescimento em relação ao estágio vegetativo tanto para aveia preta como para o nabo forrageiro ( $p < 0,01$ ). Não ocorreu diferença estatística para produção de massa seca (MS) entre as espécies ( $p > 0,05$ ). Os valores estão apresentados na FIGURA 3 .

No Apêndice 1 pode-se acompanhar a análise da variância para as variáveis produção de Massa Seca (MS), relação C/N, relação C/P , FDA (lignina, sílica e cutina), FDN (celulose e hemicelulose).

FIGURA 3 - PRODUÇÃO DE MASSA SECA (MS) DE AVEIA PRETA E NABO FORRAGEIRO NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO (V), FLORESCIMENTO (F) E PLENO FLORESCIMENTO (PF).



Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Para as condições subtropicais da região é necessário um aporte mais elevado de cobertura do solo devido a rápida mineralização. Os valores de MS obtidos com o nabo forrageiro (NF) e aveia preta (AP) no florescimento e pleno florescimento estão de acordo com as quantidades recomendadas por FIORIM (1999), que devem ser de 10 à 12 t. ha<sup>-1</sup>. ano<sup>-1</sup>, quantidades estas que são possíveis de se alcançar quando se trabalha com culturas de elevada capacidade de produção

de palhada, numa rotação de culturas que permita explorar ao máximo o potencial de resposta de crescimento da planta. Os valores de produção de MS encontrados para aveia preta (AP) e nabo forrageiro (NF) foram superiores aos encontrados por CALEGARI (1994), mostrando um potencial de produtividade destas coberturas ainda bem melhor, o que provavelmente se explica pela alta fertilidade do solo encontrada na área experimental que já vinha sendo utilizada em plantio direto por mais de 12 anos.

#### 4.2. DINÂMICA DA DECOMPOSIÇÃO DA PALHADA DE AVEIA PRETA (*Avena strigosa* Schreb) E NABO FORRAGEIRO (*Raphanus sativus* L.), CORTADAS EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO.

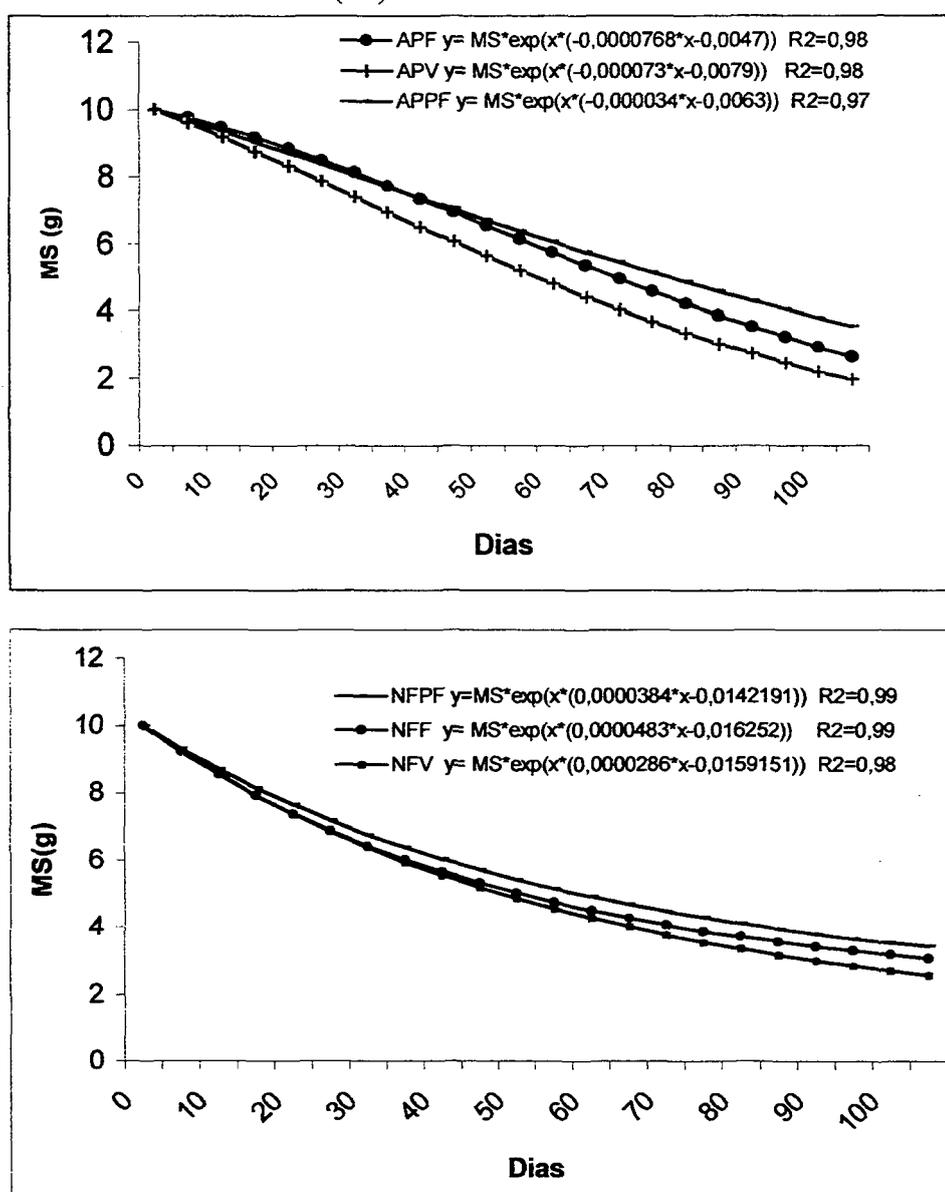
A variação do peso da palhada tanto da aveia preta como para o nabo forrageiro apresentou diferença significativa ( $p < 0,01$ ) para todos os estádios de desenvolvimento estando relacionado com um modelo duplo exponencial proposto por BADRE; NOBELIS E TRÉMOLIÈRES, (1998), onde se pode observar uma correlação elevada entre a matéria seca residual da palhada com o tempo transcorrido entre as coletas (FIGURA 4).

Este modelo leva em conta o fato de que a taxa de decomposição no tempo “t” não é somente proporcional a massa no tempo “t” mas muda com este. Este modelo também corresponde ao processo biológico da decomposição, com os compostos solúveis (açúcares, proteínas, amido), sendo rapidamente utilizados pelos microorganismos, enquanto que os materiais recalcitrantes (lignina, celulose), se decompõem mais lentamente (BADRE; NOBELIS E TRÉMOLIÈRES, 1998).

Tal processo também é influenciado pela ação do clima por meio da umidade e temperatura, que são os principais fatores externos que controlam a atividade de microorganismos (MOORE; WAID, 1986). O período no qual foi conduzido este experimento no campo apresentou apenas uma condição de déficit hídrico no mês de novembro e nos demais períodos ocorreram precipitações dentro da frequência necessária para um bom desenvolvimento da planta (FIGURA 2). As temperaturas registradas não limitaram a atividade microbiana, mas estiveram abaixo da faixa considerada como ótima para permitir uma máxima velocidade de decomposição, SIQUEIRA (1987) diz que a temperatura crítica para a decomposição seria em

torno de 25° C, abaixo do qual haveria acúmulo e acima, a redução da matéria orgânica do solo, afirmando também que entre 30° C e 40° C se daria a velocidade máxima de decomposição.

FIGURA 4 - VARIAÇÃO NA MASSA SECA DA PALHADA DE AVEIA PRETA E NABO FORRAGEIRO AO LONGO DO TEMPO NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO (V), FLORESCIMENTO (F) E PLENO FLORESCIMENTO (PF).



O modelo identifica que para o nabo forrageiro a meia vida<sup>3</sup> da palhada foi inferior à aveia preta para todos os estádios avaliados (TABELA 5). Nos estádios mais avançados estas diferenças se acentuaram em razão da mudança na composição de ambas espécies como a relação C/N e C/P, FDA, FDN e hemicelulose (FIGURAS 5, 6, 7 e 8).

TABELA 5 - MEIA VIDA DA PALHADA DA AVEIA E NABO FORRAGEIRO NOS ESTÁDIOS VEGETATIVO, FLORESCIMENTO E PLENO FLORESCIMENTO.

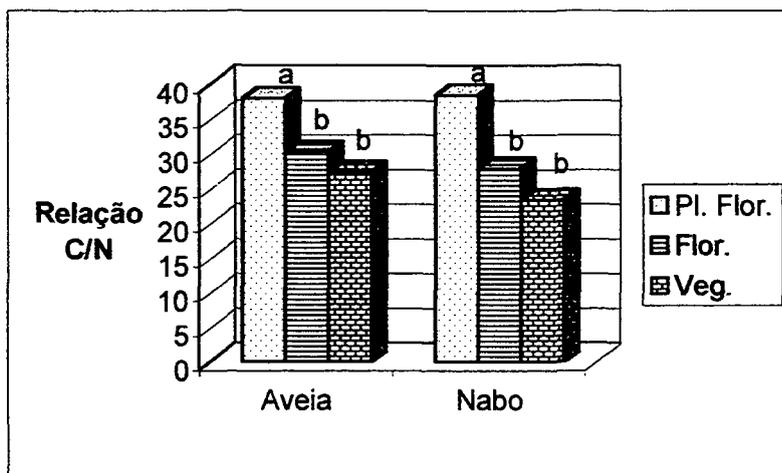
Estádios	Aveia	Nabo Forrageiro
	Número de dias (meia vida)	
Vegetativo	57,3	47,6
Florescimento	69,2	50,1
Pleno Florescimento	71,5	57,7

Os dados da meia vida da palhada identificam que para o nabo forrageiro pode existir um maior teor de compostos solúveis (açúcares, proteínas, amido), sendo rapidamente utilizados pelos microorganismos, enquanto os materiais recalcitrantes (lignina, celulose), se decompõem mais lentamente, o que é confirmado por PEIXOTO (1997), onde relata que as características químicas da palhada afetam a sua decomposição, sendo que cerca de 70-75% do peso dos resíduos da plantas é mineralizado mais rapidamente, mas nem toda massa remanescente é convertida e retida no solo.

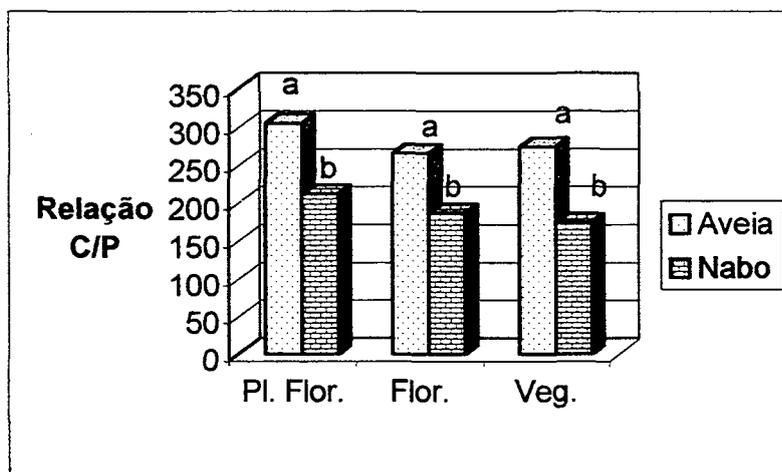
A relação C/N da palhada mostra o grau de resistência a decomposição. Quanto maior relação C/N maior a resistência (FASSBENDER, 1975). Neste estudo não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) para a relação C/N entre o nabo forrageiro e aveia preta; mas para ambas espécies, no estádio de pleno florescimento, esta foi maior em relação aos demais estádios ( $p < 0,05$ ). Por outro lado, para todos os estádios de desenvolvimento a relação C/P foi sempre maior para a aveia ( $p < 0,01$ ), o que confere com valores da relação C/P da aveia preta, encontrado por HOLTZ, (1995), neste estudo a relação C/P não diferiu entre os estádios de desenvolvimento ( $p > 0,05$ ).

<sup>3</sup> tempo transcorrido que determina a decomposição da metade da massa original da palhada no início da avaliação.

FIGURA 5 - VARIAÇÃO DA RELAÇÃO C/N E C/P DA PALHADA DO NABO FORRAGEIRO E AVELA PRETA AO LONGO DO TEMPO NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, VEGETATIVO, FLORESCIMENTO E PLENO FLORESCIMENTO.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

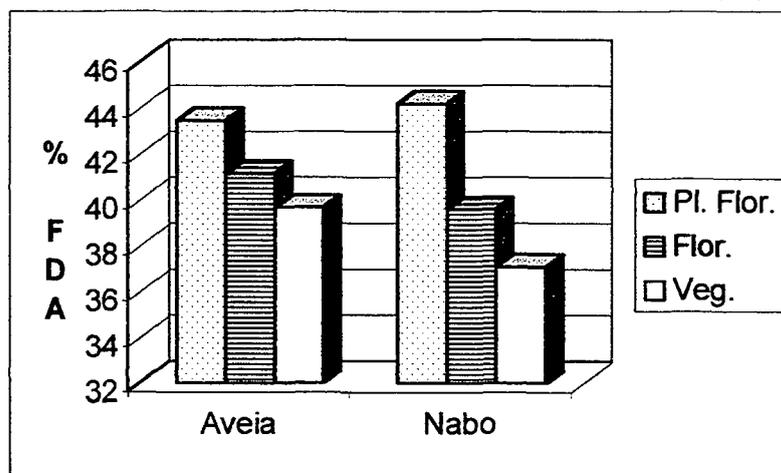


Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

O valor da relação C/N, no estágio pleno florescimento (38:1), foi maior do que o encontrado por HEIZMANN (1985) e DERPSCH (1985), que foi de 28:1, mas menor do que o encontrado por AITA et al. (1994), de 40:1.

Os dados de lignina, sílica e cutina (FDA), (FIGURA 6) avaliados para a aveia preta e nabo forrageiro não mostram diferenças significativas entre as espécies nem para os estádios avaliados para a aveia preta ( $p>0,05$ ). Para o nabo forrageiro os diferentes estádios diferiram entre si, para esta variável, entre os estádios vegetativo e pleno florescimento ( $p<0,05$ ) sendo que ambos não diferiram do estágio de florescimento ( $p>0,05$ ).

FIGURA 6 - VALORES DE FDA DA PALHADA DE AVEIA PRETA E NABO FORRAGEIRO NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO (V), FLORESCIMENTO (F) E PLENO FLORESCIMENTO (PF).



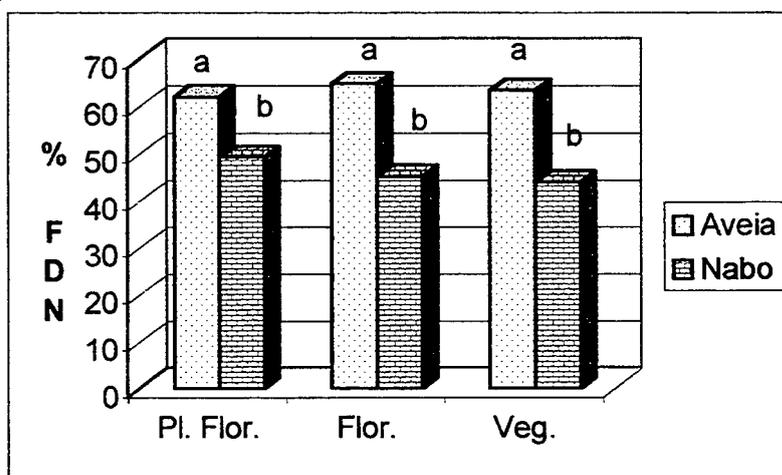
Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ ).

Os dados de celulose e hemicelulose (FDN), (FIGURA 7) avaliados para a aveia e o nabo forrageiro mostram diferenças significativas entre as espécies ( $p<0,01$ ) sendo que ambas não diferiram quanto ao estágio de desenvolvimento ( $p>0,05$ ).

O consumo da palhada pelos microorganismos está intimamente relacionado com a concentração de fibra presente na palhada (FDN). Por outro lado, a velocidade da degradação da palhada depende da concentração de lignina na fração parede celular (FDA), sendo que a mesma,

quando ligada à celulose e hemicelulose formando o complexo lignocelulose, pode representar um importante fator limitante à degradação dos carboidratos estruturais da palhada no solo.

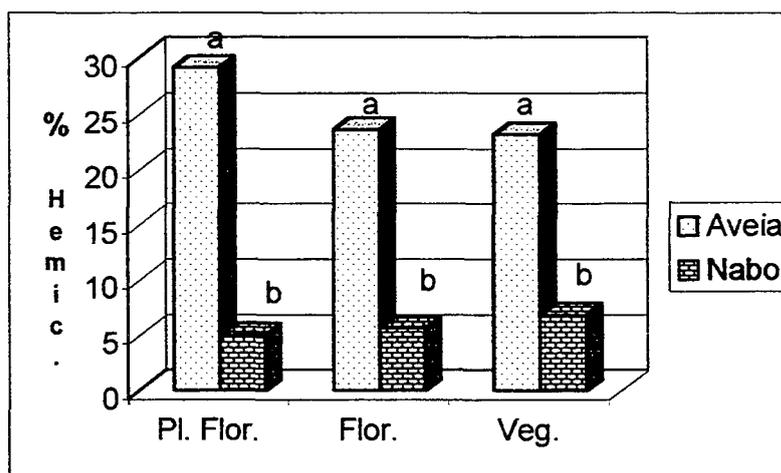
FIGURA 7 – VALORES DE FDN DA PALHADA DE AVEIA PRETA E NABO FORRAGEIRO NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO (V), FLORESCIMENTO (F) E PLENO FLORESCIMENTO (PF).



Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

O teor de hemicelulose (FIGURA 8) foi diferente entre as espécies ( $p < 0,01$ ) não diferindo entre os estádios tanto para a aveia como para o nabo forrageiro ( $p > 0,05$ ).

FIGURA 8 - VARIAÇÃO DA HEMICELULOSE PARA AS COBERTURAS DE AVEIA PRETA E NABO FORRAGEIRO NOS TRES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO



Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Assim sendo, a qualidade da palhada pode ser estimada considerando-se conjuntamente as relações C/N e C/P, a concentração em FDN e FDA. Neste estudo podemos observar que os valores encontrados para hemicelulose e relação C/P são melhores parâmetros para comparar as duas espécies no processo de decomposição.

#### 4.3 TAXA DE LIBERAÇÃO DE N, P, K, Ca E Mg DA PALHADA DE AVEIA PRETA (*Avena strigosa* Schreb) E NABO FORRAGEIRO (*Raphanus sativus* L.), CORTADAS EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO.

##### 4.3.1. Nitrogênio total

O modelo exponencial utilizado foi altamente significativo ( $p < 0,01$ ) para todos os estádios avaliados em ambas espécies, relacionando a quantidade de nitrogênio (N) liberado da palhada da aveia preta e do nabo forrageiro com o transcorrer do tempo. A FIGURA 9A apresenta o modelo em números absolutos, onde se pode identificar os diferentes valores iniciais de N presentes na palhada da aveia preta para cada estádio avaliado. A FIGURA 9B apresenta o

modelo em base percentual para permitir uma melhor comparação visual das diferentes curvaturas definidas pelos coeficientes do modelo para cada estágio estudado. O mesmo procedimento foi adotado para o nabo forrageiro (FIGURAS 10A e 10B).

A quantidade de nitrogênio da palhada de aveia preta nos estádios vegetativo (94 dias), florescimento (103 dias) e pleno florescimento (116 dias), foi de aproximadamente 75, 163 e 180 kg de N ha<sup>-1</sup> respectivamente, no início do ciclo do feijão, este aumento provavelmente se deve a planta apresentar um estágio fisiológico mais avançado, o que representa uma maior quantidade de nutrientes. No final desse ciclo os teores reduziram para 29, 78 e 95 kg de N ha<sup>-1</sup>, onde podemos dizer que ocorreu uma mineralização de 46, 85 e 85 kg de N ha<sup>-1</sup>, pode-se dizer que em 106 dias houve uma liberação de 61 % do N no estágio vegetativo, 52 % no estágio de florescimento e de 47 % no pleno florescimento.

Para o nabo forrageiro, nos mesmos estádios, os tecidos da palhada continham no início do ciclo do feijão teores de 107, 127 e 155 kg de N ha<sup>-1</sup> e, no final desse ciclo os teores reduziram para 51,71 e 82 kg de N ha<sup>-1</sup>, estimando-se uma mineralização de 56, 56 e 73 kg de N ha<sup>-1</sup> respectivamente, com percentuais de liberação de 52, 44 e 47 %. Isto mostra que a diferença nas quantidades de nitrogênio para a aveia preta é bastante importante, dependendo do estágio em que se encontra a cobertura, basicamente em razão da diferença na quantidade de matéria seca acumulada, concordando com SÁ (1997), que diz ser a aveia preta eficiente cicladora de nutrientes devido a sua grande capacidade de produção de matéria seca. O nabo forrageiro apresentou uma liberação inicialmente mais rápida do que aveia preta, sendo também responsável por uma boa ciclagem de N, o que é ressaltado por FIORIN (1999). Estes valores de liberação de N permitem uma melhor avaliação no momento em que utilizar estas duas coberturas isoladas ou consorciadas, antecedendo a cultura de verão. A quantidade de nitrogênio acumulado aos 116 dias no estágio de pleno florescimento para aveia preta foi 180 kg ha<sup>-1</sup> e o nabo forrageiro foi 155 kg ha<sup>-1</sup>, valores estes superiores ao encontrado por AMADO (1991), onde a aveia preta acumulou 70 kg de N ha<sup>-1</sup> e nabo forrageiro 106 kg de N ha<sup>-1</sup>.

FIGURA 9 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEORES DE NITROGÊNIO PARA A COBERTURA DE AVELA PRETA NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO (APV), FLORESCIMENTO (APF) E PLENO FLORESCIMENTO (APPF).

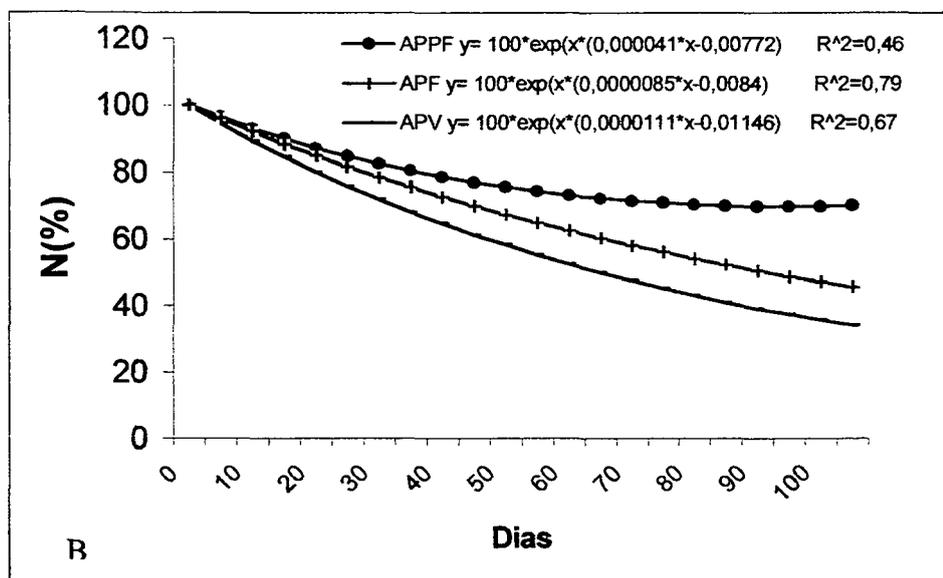
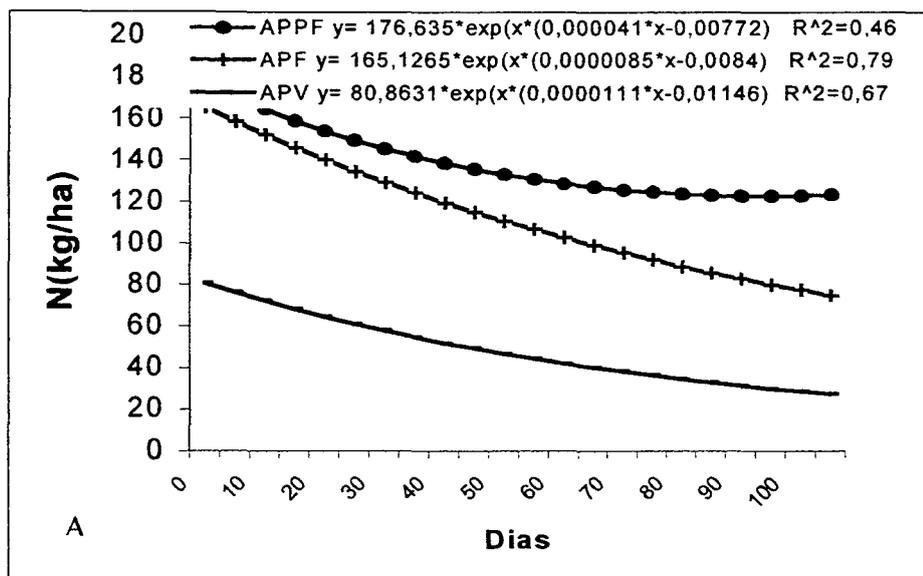
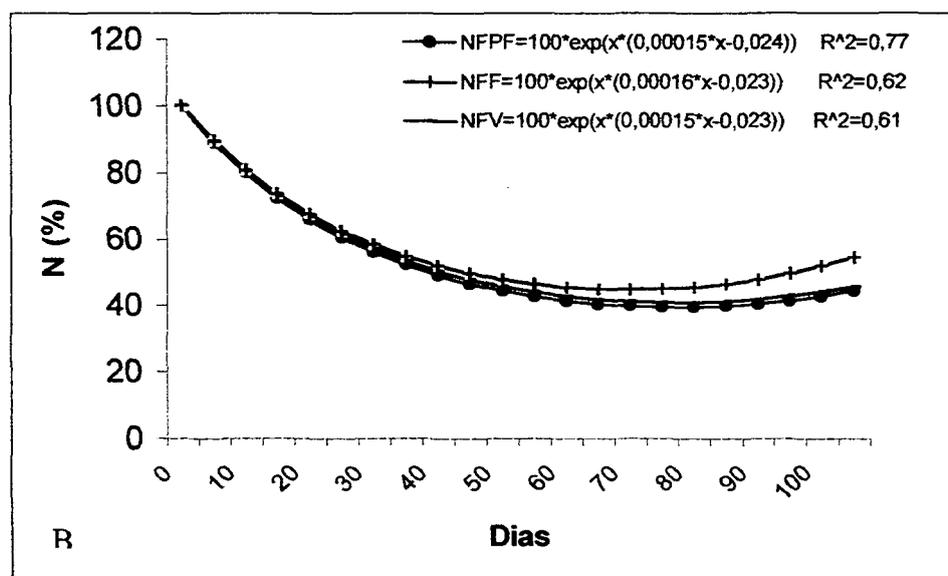
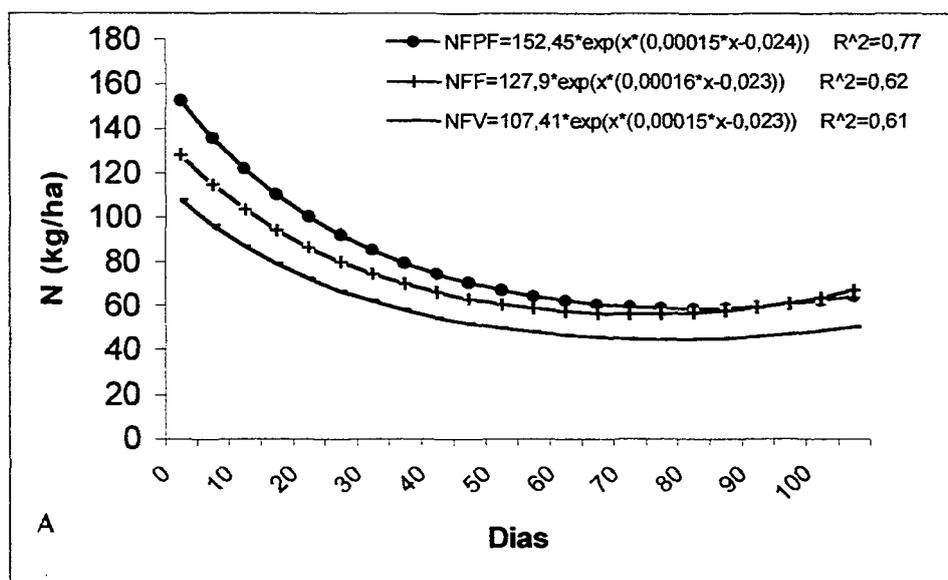


FIGURA 10 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEORES DE NITROGÊNIO PARA A COBERTURA DE NABO FORRAGEIRO NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, VEGETATIVO (NFV), FLORESCIMENTO (NFF) E PLENO FLORESCIMENTO (NFPF).



#### 4.3.2. Fósforo total

O modelo exponencial utilizado foi altamente significativo ( $p < 0,01$ ) para todos os estádios avaliados em ambas espécies, relacionando a quantidade de P liberado da palhada da aveia e do nabo forrageiro com o transcorrer do tempo. A FIGURA 11A apresenta o modelo em números absolutos, onde pode-se identificar os diferentes valores iniciais de P presentes na palhada da aveia para cada estádio avaliado. A FIGURA 11B apresenta o modelo em base percentual para permitir uma melhor comparação visual das diferentes curvaturas definidas pelos coeficientes do modelo para cada estádio estudado. O mesmo procedimento foi adotado para o nabo forrageiro (FIGURAS 12A e 12B). A palhada da aveia preta continha em seus tecidos nos estádios vegetativo (94 dias), florescimento (103 dias) e pleno florescimento (116 dias), aproximadamente 10, 20 e 22 kg de P ha<sup>-1</sup> respectivamente, no início do ciclo do feijão, este aumento provavelmente se deve a planta apresentar um estádio fisiológico mais avançado, o que representa uma maior quantidade de nutrientes, pela maior quantidade de massa verde. No final desse ciclo os teores reduziram para 3, 6 e 7 kg de P ha<sup>-1</sup>, estimando-se uma mineralização de 7, 14 e 15 kg de P ha<sup>-1</sup>, e aos 106 dias houve uma liberação de 70, 70 e 68 % da quantidade inicial de P respectivamente. Este decréscimo na concentração do P com o tempo foi também observado por KALBURTZI *et al* (1990), que estudou os nutrientes em um ecossistema agrícola.

Para o nabo forrageiro, nos mesmos estádios de desenvolvimento, os tecidos da palhada para o início do ciclo do feijão continha teores de 20, 23 e 27 kg de P ha<sup>-1</sup> e, no final desse ciclo os teores reduziram para 7, 4 e 9 kg de P ha<sup>-1</sup>, estima-se que ocorreu uma mineralização de 13, 19 e 18 kg de P ha<sup>-1</sup>, ou seja, uma liberação de 65, 83 e 67% da quantidade inicial do fósforo respectivamente para os três estádios avaliados. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por GLACOMINI *et al*, que estudaram a decomposição da aveia preta e nabo forrageiro entre outras plantas de cobertura, mostrando uma liberação do P aos 182 dias de mais de 60%. SANTI *et al* (1999) em estudos da matéria seca de aveia preta e absorção de P em função das diferentes doses de nitrogênio aplicadas na cultura, encontrou na dose 0 de N, 9,15 kg ha<sup>-1</sup> de P e na dose máxima de N (240 kg ha<sup>-1</sup>), encontrou 15,4 kg ha<sup>-1</sup> de P, valores estes inferiores ao encontrados neste trabalho que chegou a apresentar até 22 kg ha<sup>-1</sup> de P na matéria seca da aveia preta em pleno florescimento e 27 kg ha<sup>-1</sup> de P na matéria seca do nabo forrageiro, na dose 0 de nitrogênio, mostrando o potencial de reciclagem destas culturas para o nutriente

fósforo. Valores encontrados para aveia preta no processo de mineralização do nutriente fósforo aos 106 dias, foi de 68%, semelhantes a valores encontrados por HOLTZ (1995).

FIGURA 11 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEORES DE FOSFORO PARA A COBERTURA DE AVEIA PRETA NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, VEGETATIVO (APV), FLORESCIMENTO (APF) E PLENO FLORESCIMENTO (APPF).

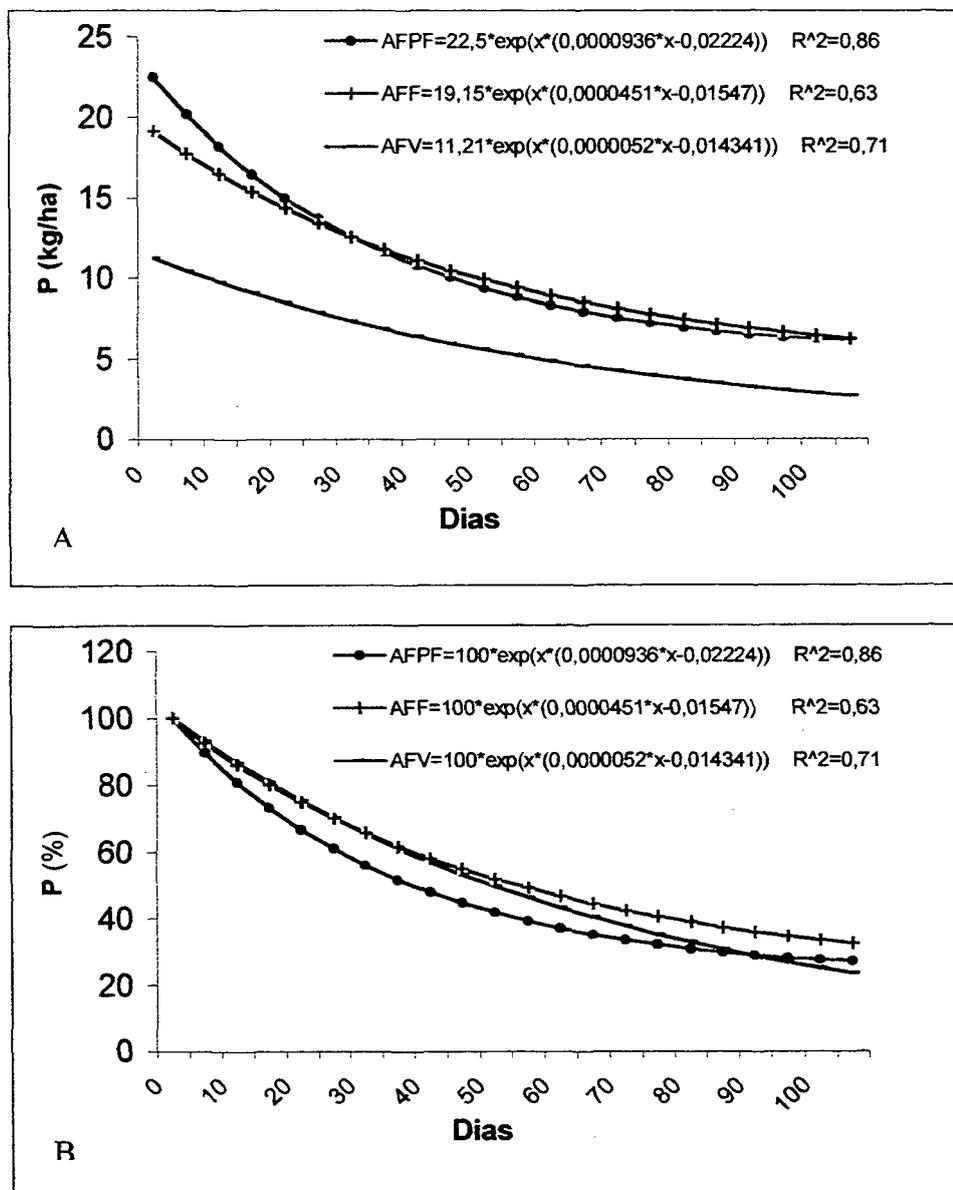
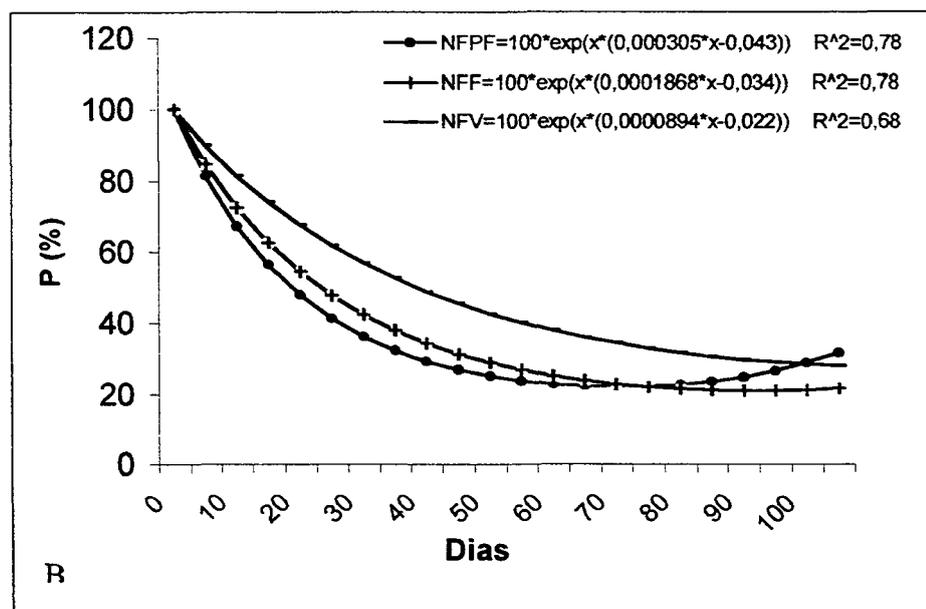
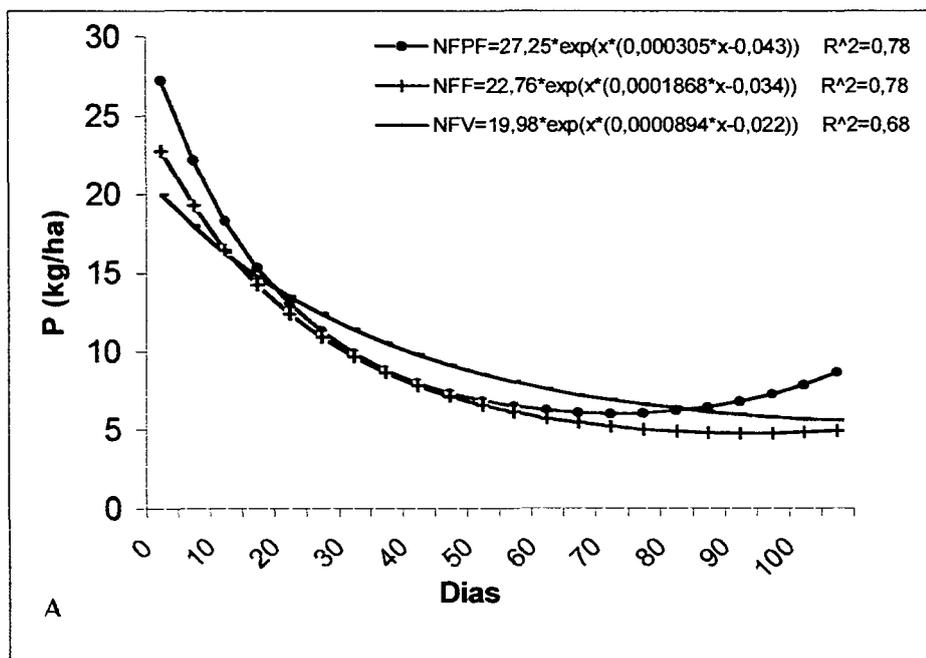


FIGURA 12 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEORES DE FOSFORO PARA A COBERTURA DE NABO FORRAGEIRO NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, VEGETATIVO (NFV), FLORESCIMENTO (NFF) E PLENO FLORESCIMENTO (NFPF).



### 4.3.3. Potássio

O modelo exponencial utilizado foi altamente significativo ( $p < 0,01$ ) para todos os estádios avaliados em ambas espécies, relacionando a quantidade de K liberado da palhada da aveia e do nabo forrageiro com o transcorrer do tempo. A FIGURA 13A apresenta o modelo em números absolutos, onde pode-se identificar os diferentes valores iniciais de K presentes na palhada da aveia preta para cada estádio avaliado. A FIGURA 13B apresenta o modelo em base percentual para permitir uma melhor comparação visual das diferentes curvaturas definidas pelos coeficientes do modelo para cada estádio estudado. O mesmo procedimento foi adotado para o nabo forrageiro (FIGURAS 14A e 14B).

O potássio para a aveia preta foi liberado mais rapidamente nos primeiros 60 dias, enquanto o nabo forrageiro liberou praticamente tudo nos primeiros 35 dias, isto para os diferentes estádios. A palhada da aveia preta continha em seus tecidos nos estádios vegetativo (94 dias), florescimento (103 dias) e pleno florescimento (116 dias), aproximadamente 131, 264 e 283 kg de K ha<sup>-1</sup> respectivamente, no início do ciclo do feijão. No final desse ciclo os teores reduziram para 2, 5 e 11 kg de K ha<sup>-1</sup>, onde ocorreu uma mineralização de 129, 259 e 272 kg de K ha<sup>-1</sup> e aos 28 dias já havia sido mineralizado 62, 51 e 51% o que não confere com os resultados encontrados por GLACOMINI, (1999), que diz ser praticamente todo o K liberado aos 29 dias para as culturas de aveia preta. Pode-se dizer que o K aos 106 dias apresentou uma liberação de 98, 98 e 96% da quantidade inicial de K respectivamente.

Para o nabo forrageiro, nos mesmos estádios vegetativo, florescimento, pleno florescimento, os tecidos da palhada para o início do ciclo do feijão continha teores de 231, 284 e 345 kg de K ha<sup>-1</sup> e, no final desse ciclo os teores reduziram para 4, 6 e 8 kg de K ha<sup>-1</sup>, onde ocorreu uma mineralização de 227, 278 e 337 kg de K ha<sup>-1</sup>, ou seja, uma liberação de 98, 98 e 98% da quantidade inicial do fósforo respectivamente para os três estádios avaliados. Aos 28 dias o nabo forrageiro apresentava uma mineralização de 72, 84 e 76% , o que confere com GLACOMINI, (1999) que diz ter sido praticamente todo o K mineralizado aos 28 dias para a cultura do nabo forrageiro.

FIGURA 13 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEORES DE POTÁSSIO PARA A COBERTURA DE AVELA PRETA NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, VEGETATIVO (APV), FLORESCIMENTO (APF) E PLENO FLORESCIMENTO (APPF).

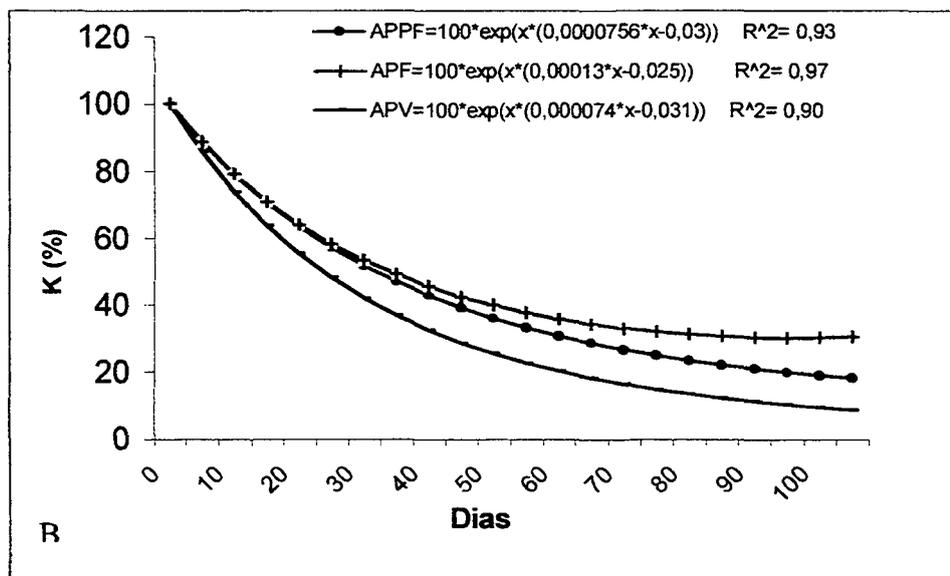
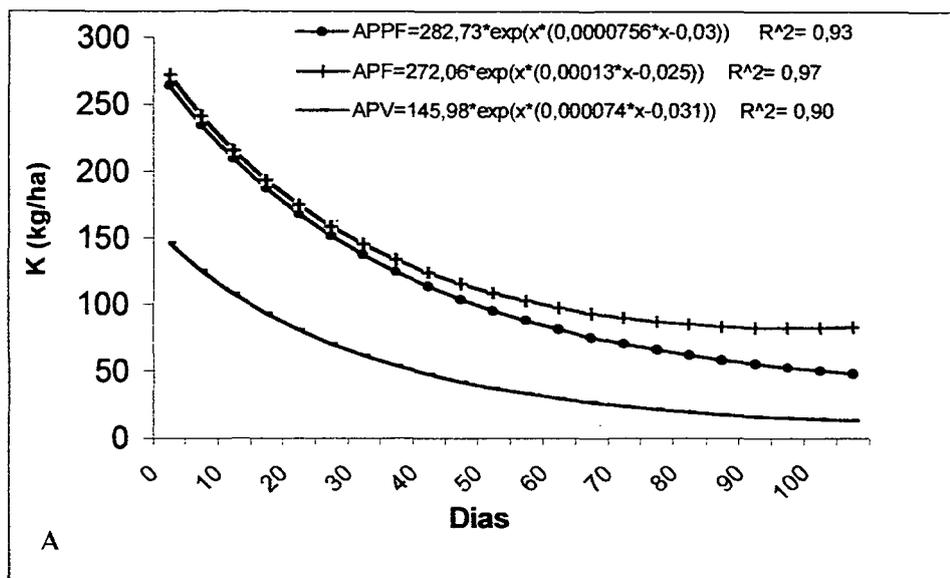
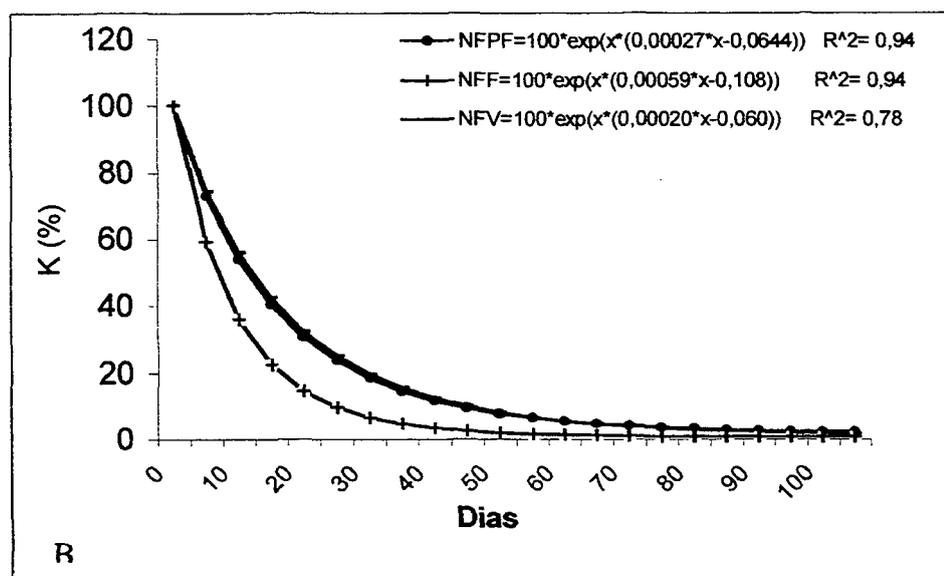
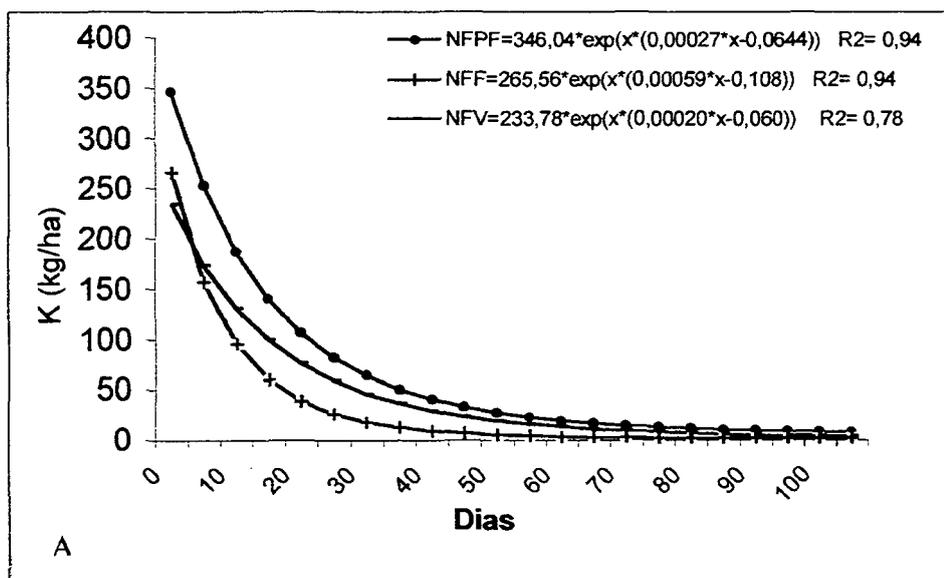


FIGURA 14 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEORES DE POTÁSSIO PARA A COBERTURA DE NABO FORRAGEIRO NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, VEGETATIVO (APV), FLORESCIMENTO (APF) E PLENO FLORESCIMENTO (APPF).



#### 4.3.4. Cálcio

O modelo exponencial utilizado foi altamente significativo ( $p < 0,01$ ) para todos os estádios avaliados em ambas espécies, relacionando a quantidade de Ca liberado da palhada da aveia e do nabo forrageiro com o transcorrer do tempo. A FIGURA 15A apresenta o modelo em números absolutos, onde pode-se identificar os diferentes valores iniciais de Ca presentes na palhada da aveia para cada estádio avaliado. A FIGURA 15B apresenta o modelo em base percentual para permitir uma melhor comparação visual das diferentes curvaturas definidas pelos coeficientes do modelo para cada estádio estudado. O mesmo procedimento foi adotado para o nabo forrageiro (FIGURAS 16A e 16B).

A palhada da aveia preta continha em seus tecidos nos estádios vegetativo (94 dias), florescimento (103 dias) e pleno florescimento (116 dias), aproximadamente 19, 42 e 55 kg de Ca  $ha^{-1}$  respectivamente, no início do ciclo do feijão. No final desse ciclo os teores reduziram para 9, 18 e 28 kg de Ca  $ha^{-1}$ , estimou-se uma mineralização de 10, 24 e 27 kg de Ca  $ha^{-1}$ , pode-se dizer que até os 106 dias houve uma liberação de 53, 57 e 49 % da quantidade inicial de Ca respectivamente.

Para o nabo forrageiro, nos mesmos estádios vegetativo, florescimento e pleno florescimento, os tecidos da palhada para o início do ciclo do feijão continha teores de 83, 96 e 134 kg de Ca  $ha^{-1}$  e, no final desse ciclo os teores reduziram para 37, 36 e 61 kg de Ca  $ha^{-1}$ , estimando-se uma mineralização de 46, 60 e 73 kg de Ca  $ha^{-1}$ , ou seja, uma liberação de 55, 62 e 54 % da quantidade inicial do cálcio respectivamente para os três estádios avaliados.

A trabalhos mostrando que concentração de cálcio depende do tempo, espécies e partes da planta, KOUKOURA estudou a decomposição de plantas  $C_3$  (*Festuca ovina* H.) e  $C_4$  (*Dichanthium ischaemum* L. e *Chrysopogon gryllus* L.) encontrando aumento do teor de cálcio em alguns meses, conforme variava a temperatura, e concentrações de cálcio diferentes entre colmos e folhas. Neste estudo se observou uma liberação superior a 50% aos 106 dias, para ambas as espécies, o grande benefício dessa liberação do cálcio e magnésio no processo de mineralização da biomassa em cobertura é pela sua mobilização orgânica para camadas mais profundas do solo, diminuindo a acidez e o alumínio em subsuperfície.

FIGURA 15 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEORES DE CÁLCIO PARA A COBERTURA DE AVEIA PRETA NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, VEGETATIVO (APV), FLORESCIMENTO (APF) E PLENO FLORESCIMENTO (APPF).

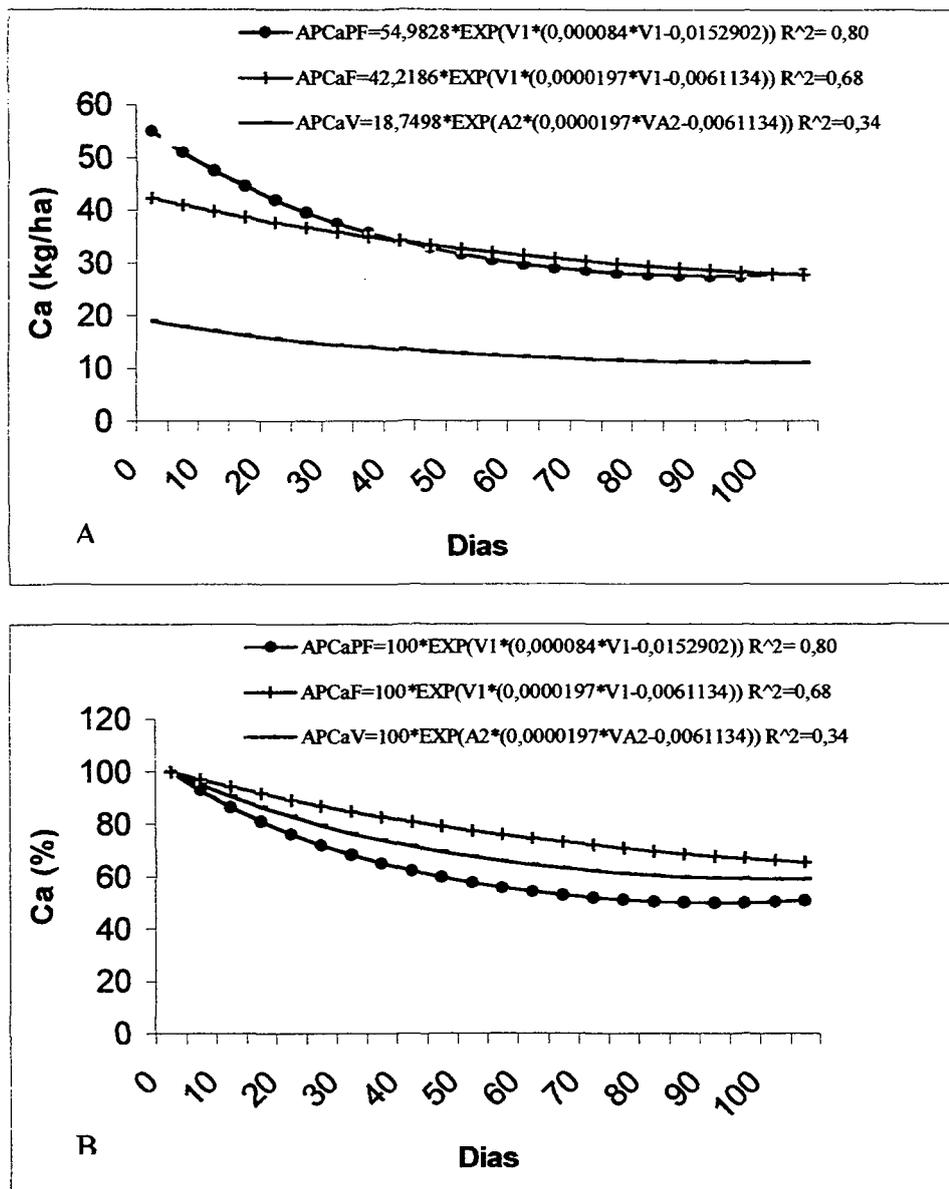
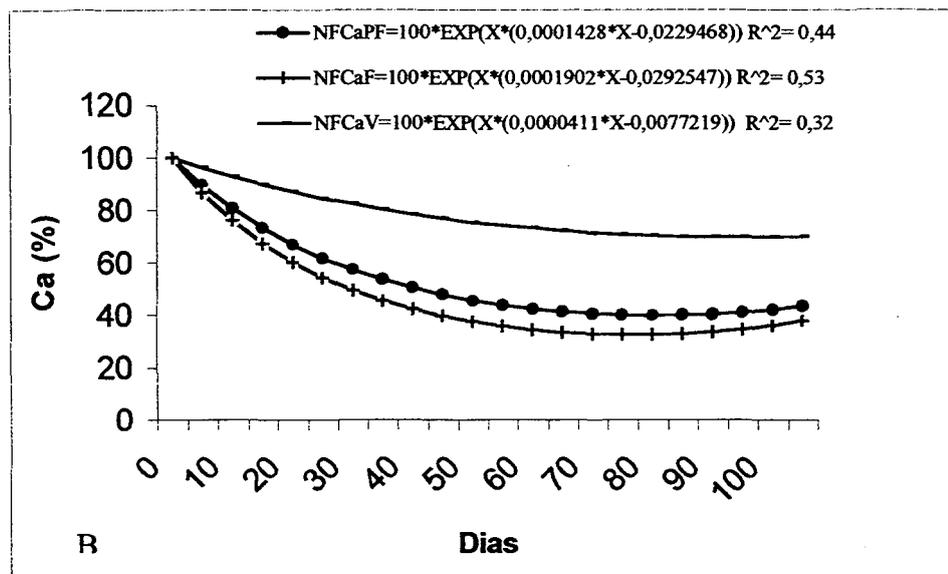
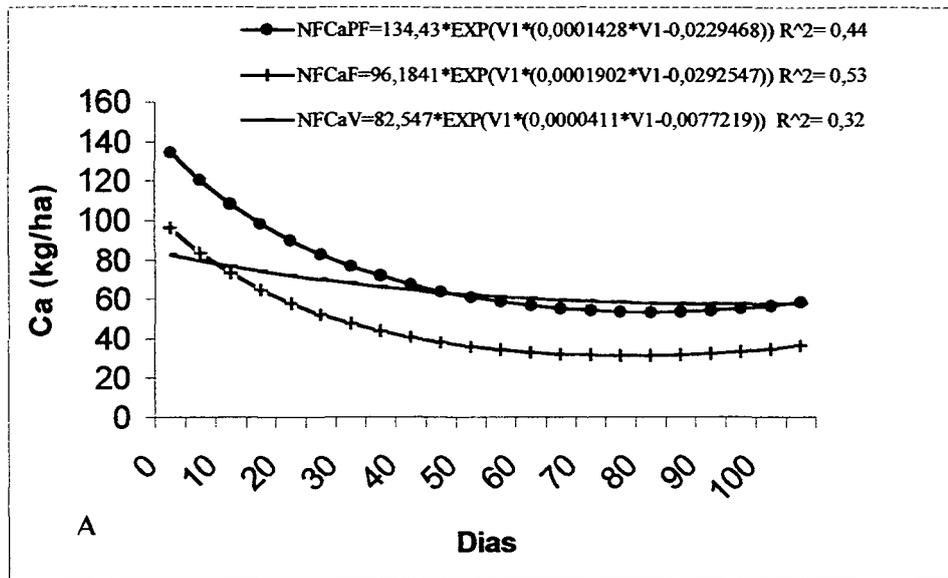


FIGURA 16 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEORES DE CÁLCIO PARA A COBERTURA DE NABO FORRAGEIRO NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, VEGETATIVO (NFV), FLORESCIMENTO (NFF) E PLENO FLORESCIMENTO (NFPF).



#### 4.3.5. Magnésio

O modelo exponencial utilizado foi altamente significativo ( $p < 0,01$ ) para todos os estádios avaliados em ambas espécies, relacionando a quantidade de Mg liberado da palhada da aveia e do nabo forrageiro com o transcorrer do tempo. A FIGURA 17A apresenta o modelo em números absolutos, onde pode-se identificar os diferentes valores iniciais de Mg presentes na palhada da aveia para cada estádio avaliado. A FIGURA 17B apresenta o modelo em base percentual para permitir uma melhor comparação visual das diferentes curvaturas definidas pelos coeficientes do modelo para cada estádio estudado. O mesmo procedimento foi adotado para o nabo forrageiro (FIGURAS 18A e 18B).

A palhada da aveia preta continha em seus tecidos nos estádios vegetativo (94 dias), florescimento (103 dias) e pleno florescimento (116 dias), aproximadamente 13, 26 e 29 kg de Mg ha<sup>-1</sup> respectivamente, no início do ciclo do feijão. No final desse ciclo os teores reduziram para 4, 7 e 12 kg de Mg ha<sup>-1</sup>, estimando-se uma mineralização de 9, 19 e 17 kg de Mg ha<sup>-1</sup>, pode-se dizer que até os 106 dias houve uma liberação de 69, 73 e 58 % da quantidade inicial de Mg respectivamente.

Para o nabo forrageiro, nos mesmos estádios de desenvolvimento, os tecidos da palhada para o início do ciclo do feijão continha teores de 46, 49 e 63 kg de Mg ha<sup>-1</sup> e, no final desse ciclo os teores reduziram para 6, 7 e 11 kg de Mg ha<sup>-1</sup>, estimando-se uma mineralização de 40, 42 e 52 kg de Mg ha<sup>-1</sup>, ou seja, uma liberação de 87, 86 e 82% da quantidade inicial do magnésio respectivamente para os três estádios avaliados .

Os valores encontrados em relação aos teores de Mg foram para o nabo forrageiro bem superiores aos encontrados na aveia preta.

Não se encontra na literatura resultados de estudos com este elemento relacionado com a sua taxa de mineralização da palhada.

FIGURA 17 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEORES DE MAGNÉSIO PARA A COBERTURA DE AVEIA PRETA NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, VEGETATIVO (APV), FLORESCIMENTO (APF) E PLENO FLORESCIMENTO (APPF).

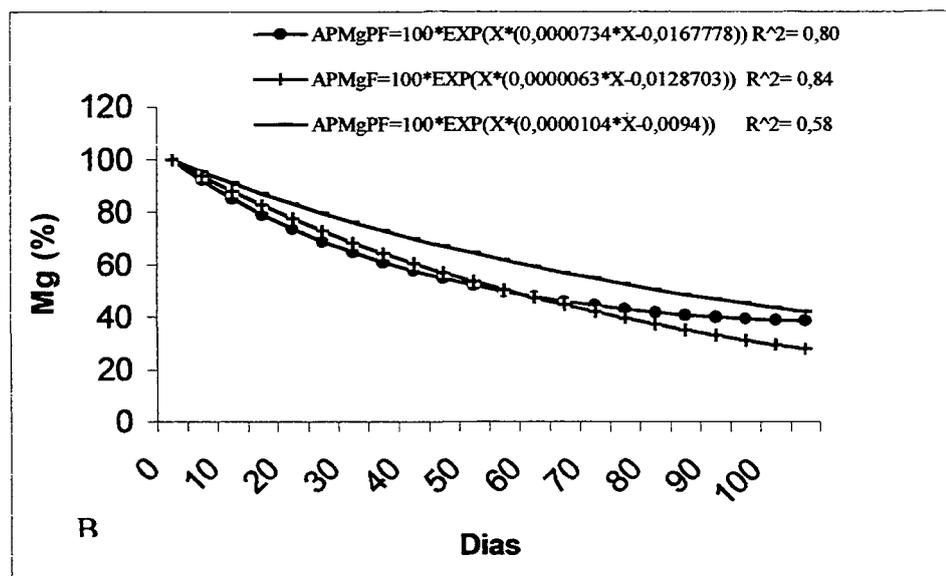
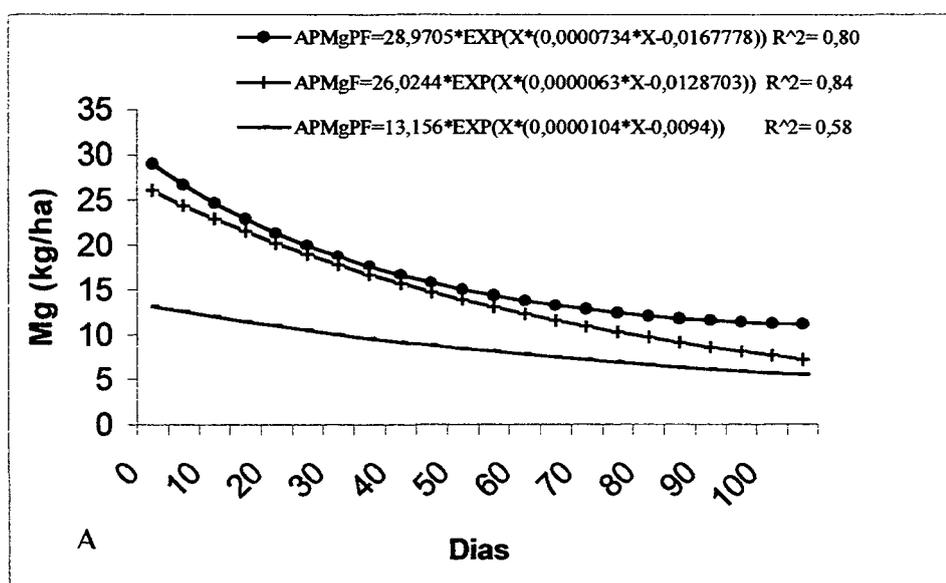
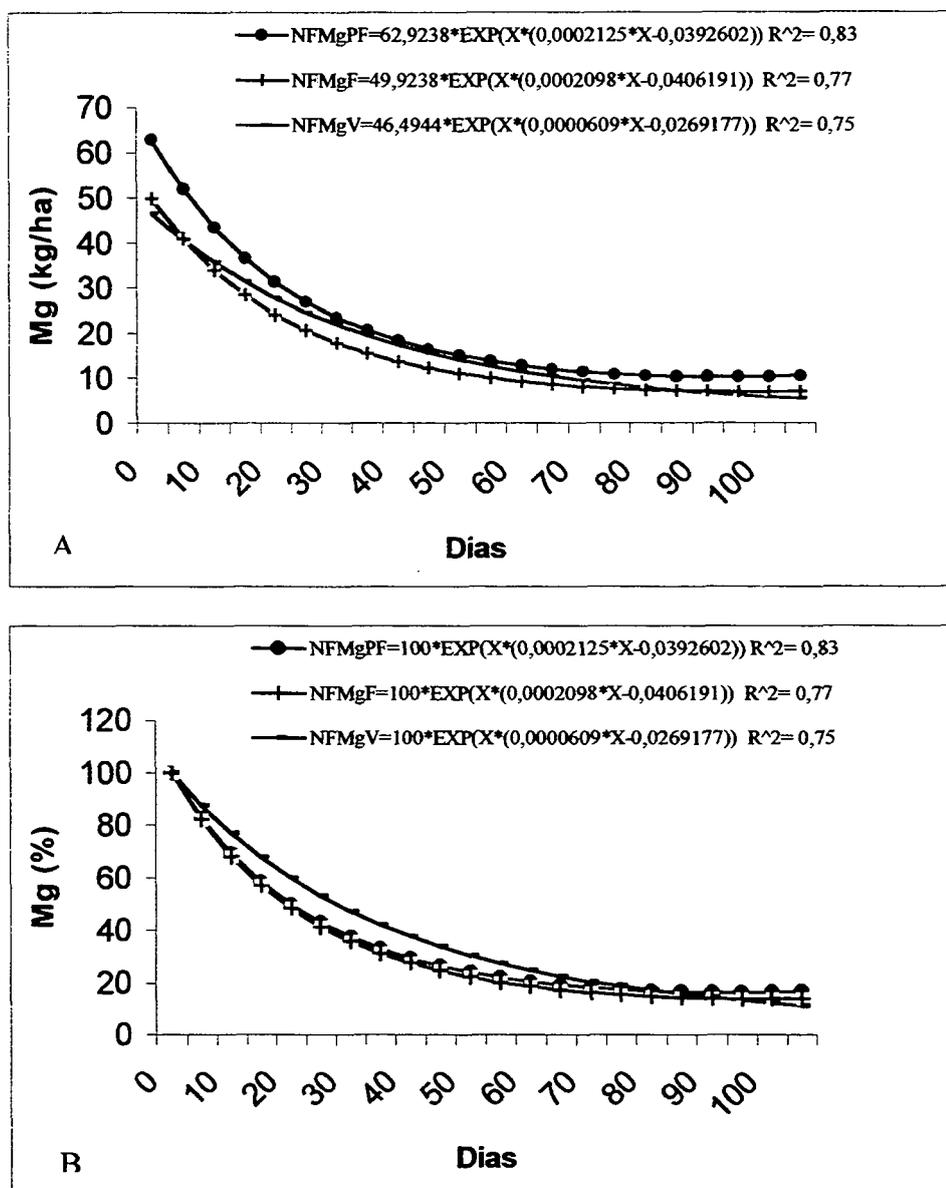


FIGURA 18 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEORES DE MAGNÉSIO PARA A COBERTURA DE NABO FORRAGEIRO NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO, VEGETATIVO (V), FLORESCIMENTO (NFF) E PLENO FLORESCIMENTO (NFPF).



## 5 CONCLUSÃO

Nas condições em que foi realizado o presente experimento, pode-se concluir que:

A produção da biomassa foi semelhante para as culturas de aveia preta e nabo forrageiro sendo que, para ambas as espécies, nos estádios de pleno florescimento e florescimento foi superior ao vegetativo.

Os valores de FDN (celulose e hemicelulose), hemicelulose e a relação C/P da palhada contribuíram para explicar diferenças encontradas no tempo de decomposição da palhada da aveia preta e o nabo forrageiro e os valores de FDA (lignina, sílica e cutina) e relação C/N para os diferentes estádios de ambas espécies.

A palhada do nabo forrageiro apresentou uma taxa de mineralização dos nutrientes diferente da aveia preta, onde o nabo forrageiro nos primeiros 40 dias mostrou maior liberação dos nutrientes, principalmente N e K.

A liberação dos nutrientes da palhada do nabo forrageiro e aveia preta sugere adubações mais reduzidas para as culturas subseqüentes no período inicial de estabelecimento.

O modelo exponencial representou adequadamente o ajuste da decomposição da matéria seca e da liberação dos nutrientes com o passar do tempo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA, C. Dinâmica do nitrogênio no solo durante a decomposição de plantas de coberturas: efeito sobre a disponibilidade de nitrogênio para a cultura em sucessão. **In: Atualização em recomendação de adubação e calagem, ênfase em plantio direto.** Santa Maria: Editora Pallotti, 1997. p.76-111.

AMADO, T. J. C.; COGO, N. P. ; LEVIEN, R. Eficácia relativa do manejo do resíduo cultural da soja na redução das perdas por erosão hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 13, 1989. p. 251-257.

AMADO, T. J. C., Manejo da palha, dinâmica da matéria orgânica e reciclagem de nutrientes em plantio direto. **In: Encontro nacional de plantio direto.** FEBRAPDP, Passo Fundo, 1999. p. 105-111.

BADRE, B.; NOBELIS, P.; TRÉMOLIÈRES, M. Quantitative study and modelling of the litter decomposition in a European alluvial Forest. Is there an influence of overstory tree species on the decomposition of ivy litter (*Hedera helix* L.)? **Acta Oecologica**, v.19 (6), 1998. p. 491-500.

BERTOL, I. Erosão hídrica em cambissolo húmico distrófico sob diferentes preparos de solo e rotação de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 18, 1994. p. 267-271.

BOCOCK, K. L. and GILBERT, O . The disappearance of leaf litter under different woodland conditions. **Plant and Soil**. V.9, 1957. p. 179-185.

BRAGNOLO, N.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por resíduos de oito sequências de culturas e seu relacionamento com a temperatura e a umidade do solo, germinação e crescimento inicial do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 14, 1990. p. 89-91.

BROWN, P. L.; DICKEY, D. D. Losses of wheat straw residue under simulated field conditions. **Soil Science Society of America Proceedings**, v. 34, 1977. p. 118-121.

CALEGARI, A. Rotação de culturas e uso de plantas de cobertura: dificuldades para a sua adoção. **In: Encontro nacional de plantio direto.** FEBRAPDP, Passo Fundo, 1999. p.145 – 152.

CAMPBELL, C. A . Soil organic carbon, nitrogen and fertility. **In: Soil organic matter.** M. Schnitzer e S. U. Khan ( eds.). *Developments in soil science*, v. 8. Elsevier, Amsterdam, 1978.

CORDONE, G; OSTOJK,J.; FERRARI,M. & GONZALES, G. C. de. **Los residuos de la cosecha de soja, maíz y girassol: cantidade, calidade y distribución em la superficie del**

suelo. **Carpeta de Producción Vegetal**. TomoX. Serie generalidade. INTA, Pergamino, 1986. (Inf. nº 73).

CASSIOLATO, M. E. et al. A laboratory method to estimate the efficiency of plant extract to neutralize soil acidity. **In: Congreso Latino Americano de La Ciencia del Suelo**, 14, 1999. Temuco: SLACS/UF/SAC/SCS, Resumo...,361.

CHRISTENSEN, B. T. Wheat barley straw decomposition under field conditions: Effect of soil type and plant cover on weight loss, nitrogen and potassium content. **Soil Biol. Biochem.**, 17: 691-697, 1985.

DA ROS, C. O.; AITA, C. Efeito de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto, **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 200, p. 135-140. 1996.

DEBARBA, L.; AMADO, T. J. C. Desenvolvimento de sistemas de milho no sul do Brasil com características de sustentabilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p. 473-480. 1997.

DENARDIN, J. E. Enfoque sistêmico em sistema plantio direto - fundamentos e implicações do plantio direto nos sistemas de produção agropecuária. **In: Conceitos e fundamentos do sistema plantio direto**. Lages, SC. Editor: NUERNBERG, N. J. 1998. p. 14.

DERPSCH, R. ; CALEGARI, A. **Guia de plantas para adubação verde de inverno**. Londrina, IAPAR, 1985. 96p. (Documento IAPAR 9).

DERPSCH, R.; SIDIRAS, N.; HEINZMANN, F .X. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v. 20, nº 7, p. 761-773. 1985.

DERPSCH, R.; ROTH, C. H.; SIDIRAS, N. ; KÖPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo**. Londrina: IAPAR/GTZ, 1991. 272p. (IAPAR/GTZ, Sonderpublikation der GTZ, n. 245).

DEBRUCK, J., BOGULAWSKI, F. V., Die Wirkung der Kombination vonorganischer und mineralischer Düngung aufgrund von langjährigen Versuchen. **Landwirtschaftl. Forsch.**, KongreBband GieBen, Sonderh. 36, 405-418. 1979.

DICK, W. A. Organic carbon, nitrogen and phosphorus concentrations and pH in soil profiles as affected by tillage intensity. **Soil Science Society of America Journal**, v. 47, 1983. p. 102- 107.

DOUGLAS Jr., C.I.; ALLMARAS, R.R.; RASMUSSEN, P.E.; RAMIG, R.E. e ROAGER Jr., N.C. Wheat straw composition and placement effects on decomposition in dryland agriculture of the Pacific Northwest. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 54, 1980. p. 1345-1350.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. A. **Growth and mineral nutrition of field crops**. New York: Marcel Dekker, 1991. 476 p.

FASSBENDER, H. W. Componentes orgânicos de 1ª fase sólida del suelo. In: **Química de suelos**. Turrialba, editorial IICA, 1975. p. 66-104.

FIORIN, J. E. Plantas recuperadoras da fertilidade do solo. In: **fertilidade do solo em plantio direto**. Aldeia Norte Editora Ltda, 1999. p. 39-55.

FRIES, M. R. Microbiologia e matéria orgânica: Recuperação pelo sistema plantio direto. In: **Atualização em recomendação de adubação e calagem, ênfase em plantio direto**. Santa Maria: Editora Pallotti, 1997. p.47-75.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; CHIAPINOTTO, I. C.; HÜBNER, A. P.; ANDRADA, M. C.; NICOLOSO, R. Da S.; FRIES, M. R. Consorciação de plantas de cobertura: II. Decomposição e liberação de nutrientes da fitomassa. In: **FERTBIO**. Santa Maria, 1999.

HERMAN, W. A.; MCGILL, W. B.; DORMAAR, J. F. Effects of initial chemical composition on decomposition of roots of 3 grassland species. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 57, 1977. p. 205-215.

HEIZMANN, F. X. Resíduos culturais de inverno e assimilação de nitrogênio por culturas de verão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, 1985. p. 1021-1030.

HEAL, O. W., ANDERSON, J. M.; SWIFT, M. J. Plant litter quality and decomposition: an Historical Overview. In: CADISCH, G.; GILLER, K. (ed.). **Driven by Nature: plant litter quality and decomposition**. Wallingford: CAB International, 1997.

HILDEBRAND, C. **Manual de métodos de análises químicas de solo e plantas**, Curitiba, UFPR, Mimeografado, 1976. p. 225.

HOLTZ, G. P. **Dinâmica de decomposição da palhada e da distribuição do carbono, nitrogênio e fósforo numa rotação de culturas sob plantio direto na região de Carambeí (PR)**. Curitiba, 1995. 129 f. Dissertação (Mestrado em área de concentração Ciência do solo) – Universidade Federal do Paraná.

KELLING, K. A.; FIXEN, P. E. Soil and nutrient requirements for oat production. In: H. G. Marshall e M. E. Sorrells (eds.) **Oat science technology**. American Society of Agronomy, Agronomy Series n. 33, Madison, WI, 1992.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**, Piracicaba, Editora Agronômica Ceres Ltda, 1985.

- KONONOVA, M. M. **Soil organic matter**. New York. Pergamon, 1996. 544p.
- KOUKOURA, Z. Decomposition and nutrient release from C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> plant litters in a natural grassland. **Acta Oecologica**. v.19 (2), 1998. p. 115-123.
- MENGEL, K. ; KIRKBY, A .E. **Principles of plant nutrition**. 4. ed. Bern: International Potash Institute. 1987. 687 p.
- MIYAZAWA, M., PAVAN, M. A.; CALEGARI, A . Efeito de material vegetal na acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.17, 1993. p. 411-416.
- MOORE, D. R. E.; WAID, J. S. The influence of washings of living roots on denitrification. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 3, 1971. p. 69-83.
- MOOY, C. J. ; PESEK, J. ; SPALDON, E. Mineral nutrition. In: B. E. Caldwell ( ed.) **Soybeans: Improvement, production, and uses**. American society of agronomy, Agronomy Series, n. 16, Madison, 1973.
- MUZILLI, O. Manejo da fertilidade do solo. In: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná. **Plantio Direto no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1981., p. 43-57. (Circular IAPAR,23).
- MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto comparado ao convencional, sobre a camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.7, 1983. p. 95-102.
- PAVINATO, A. **Teores de carbono e nitrogênio do solo e produtividade de milho afetado por sistemas de culturas**. Porto Alegre, 1993, 122 f. Dissertação (Mestrado em área de concentração Ciência do solo) – Universidade Federal do Rio grande do Sul.
- PEIXOTO, R. T dos G; ELTZ, F. L. F. Avaliação da fertilidade do solo em plantio direto na região dos Campos Gerais, Paraná. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 18, 1986. Londrina, Resumos... Campinas: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1986. p. 56.
- PEIXOTO, R. T. dos G. Manejo orgânico da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: **Plantio direto: o caminho para uma agricultura sustentável**, Ponta Grossa. IAPAR/ PRP/PG, 1997. p. 186 – 205.
- PERKIM, E. **Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry** Norwalk, Perkin-Elmer, 1973.
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**, Ed. Ceres, Potafos, Piracicaba, São Paulo, 1991.

RANNELS, N. N. e WAGGER, M. G. Nitrogen release from crimson clover in relation to plant growth stage and composition. **Agronomy Journal**, v. 84., 1992. p. 424-430.

RUEDELL, J. **Plantio direto na região de Cruz Alta**. Fundacep-Fecotrigô: Cruz Alta, 1995. 134p.

SÁ, J.C.M. **Manejo da fertilidade do solo no plantio direto**. Castro: Fundação ABC, 1993.

SANTI, A. ; AMADO, T. J. C. ; ACOSTA, J. A. de A. ; ROSSATO, R. R. ; PONTELLI, C. B. ; JUNIOR, G. G.. Ciclagem de nutrientes pela aveia preta influenciada por doses de nitrogênio. In: **FERTBIO**. Santa Maria, 1999.

SIDIRAS, N. e PAVAN, M. A. Influência do sistema de manejo na temperatura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.10, n.3; 1986. p. 181-184.

SIQUEIRA, O. J. F. **Recomendação de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT. 1987. 100p.

STOTT, D. E. ; STROO, H. F. ; ELLIOT, L. F. ; PAPENDICK, R. I. e UNGER, P.W. Wheat residue loss from fields under No-Till management. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 54, 1990. p. 92-98.

TEDESCO, M. J.; VOKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Boletim técnico, nº5, UFRGS, Porto Alegre, 1985.

TIAN, G. ; KANG, B. T. e BRUSSARD, B. L. Mulching effect of plant residues with chemically contrasting compositions on maize growth and nutrients accumulation. **Plant and Soil**, The Hague, v. 153, 1993. p. 179-187.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Corvallis: O & B Books, 1982.

## APÊNDICE

\*\*\*\*\*  
 \* SANEST - SISTEMA DE ANALISE ESTATISTICA \*  
 \* Autores: Elio Paulo Zonta - Amauri Almeida Machado \*  
 \* Centro Nacional de Pesquisa de Florestas - CNPF \*  
 \* \*\*\*\*\*

### NOME DOS FATORES

FATOR	NOME
A	ESP
B	ESTAD
C	BLOCO

### QUADRO DA ANALISE DE VARIANCIA PRODUÇÃO MS

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
ESP	1	1401666.6666663	1401666.6666663	0.3674	0.55963
ESTAD	2	152506265.3333330	76253132.6666665	19.9870	0.00016
BLOCO	3	40265079.9999996	13421693.3333332	3.5180	0.04078
ESP*EST	2	22223697.3333337	11111848.6666668	2.9126	0.08413
RESIDUO	15	57226936.0000007	3815129.0666667		
TOTAL	23	273623645.3333333			

MEDIA GERAL = 9373.667000  
 COEFICIENTE DE VARIACAO = 20.837 %

#### TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESP

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	12	9615.333333	9615.333333	a	A
2	2	2	12	9132.000000	9132.000000	a	A

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
 D.M.S. 5% = 1697.19010 - D.M.S. 1% = 2351.25672

#### TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESP DENTRO DE 1 DO FATOR ESTAD

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	4	13061.000000	13061.000000	a	A
2	2	2	4	11537.000000	11537.000000	a	A

#### TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESP DENTRO DE 2 DO FATOR ESTAD

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	4	10746.000000	10746.000000	a	A
2	2	2	4	8605.000000	8605.000000	a	A

#### TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESP DENTRO DE 3 DO FATOR ESTAD

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
-----------	-----------	------	------------	--------	------------------	----	----

1	2	2	4	7254.000000	7254.000000	a	A
2	1	1	4	5039.000000	5039.000000	a	A

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
D.M.S. 5% = 2939.61948 - D.M.S. 1% = 4072.49610

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESTAD

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	8	12299.000000	12299.000000	a	A
2	2	2	8	9675.500000	9675.500000	b	A
3	3	3	8	6146.500000	6146.500000	c	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
D.M.S. 5% = 2534.40308 - D.M.S. 1% = 3342.37355

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESTAD  
DENTRO DE 1 DO FATOR ESP

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	4	13061.000000	13061.000000	a	A
2	2	2	4	10746.000000	10746.000000	a	A
3	3	3	4	5039.000000	5039.000000	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESTAD  
DENTRO DE 2 DO FATOR ESP

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	4	11537.000000	11537.000000	a	A
2	2	2	4	8605.000000	8605.000000	ab	A
3	3	3	4	7254.000000	7254.000000	b	A

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
D.M.S. 5% = 3584.18721 - D.M.S. 1% = 4726.83000

QUADRO DA ANALISE DE VARIANCIA RELAÇÃO C/N

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
ESP	1	23.4037402	23.4037402	1.2081	0.28914
ESTAD	2	757.4025086	378.7012543	19.5481	0.00017
BLOCO	3	268.4312327	89.4770776	4.6187	0.01747
ESP*EST	2	14.6474957	7.3237479	0.3780	0.69604
RESIDUO	15	290.5912739	19.3727516		
TOTAL	23	1354.4762512			

MEDIA GERAL = 31.562500  
COEFICIENTE DE VARIACAO = 13.945 %

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESP

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	12	32.550000	32.550000	a	A
2	2	2	12	30.575000	30.575000	a	A

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
D.M.S. 5% = 3.82447 - D.M.S. 1% = 5.29836

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESP  
DENTRO DE 1 DO FATOR ESTAD

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	4	39.275000	39.275000	a	A
2	2	2	4	38.725000	38.725000	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESP  
DENTRO DE 2 DO FATOR ESTAD

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	4	30.875000	30.875000	a	A
2	2	2	4	29.650000	29.650000	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESP  
DENTRO DE 3 DO FATOR ESTAD

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	4	27.500000	27.500000	a	A
2	2	2	4	23.350000	23.350000	a	A

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
D.M.S. 5% = 6.62418 - D.M.S. 1% = 9.17702

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESTAD

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	8	39.000000	39.000000	a	A
2	2	2	8	30.262500	30.262500	b	B
3	3	3	8	25.425000	25.425000	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
D.M.S. 5% = 5.71106 - D.M.S. 1% = 7.53175

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESTAD  
DENTRO DE 1 DO FATOR ESP

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	4	39.275000	39.275000	a	A
2	2	2	4	30.875000	30.875000	b	AB
3	3	3	4	27.500000	27.500000	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESTAD  
DENTRO DE 2 DO FATOR ESP

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	4	38.725000	38.725000	a	A
2	2	2	4	29.650000	29.650000	b	AB
3	3	3	4	23.350000	23.350000	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
D.M.S. 5% = 8.07666 - D.M.S. 1% = 10.65151

QUADRO DA ANALISE DE VARIANCIA RELAÇÃO C/P

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
ESP	1	49540.5033390	49540.5033390	19.7305	0.00071
ESTAD	2	5979.2652838	2989.6326419	1.1907	0.33174
BLOCO	3	4192.9036633	1397.6345544	0.5566	0.65500
ESP*EST	2	483.8510342	241.9255171	0.0964	0.90815
RESIDUO	15	37662.9445979	2510.8629732		
TOTAL	23	97859.4679183			

MEDIA GERAL = 236.016663  
 COEFICIENTE DE VARIACAO = 21.231 %

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESP

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	12	281.449997	281.449997	a	A
2	2	2	12	190.583333	190.583333	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
 D.M.S. 5% = 43.53990 - D.M.S. 1% = 60.31939

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESP  
 DENTRO DE 1 DO FATOR ESTAD

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	4	305.074997	305.074997	a	A
2	2	2	4	211.524998	211.524998	b	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESP  
 DENTRO DE 2 DO FATOR ESTAD

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	4	265.399998	265.399998	a	A
2	2	2	4	186.625004	186.625004	b	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESP  
 DENTRO DE 3 DO FATOR ESTAD

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	4	273.874996	273.874996	a	A
2	2	2	4	173.599998	173.599998	b	A

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
 D.M.S. 5% = 75.41331 - D.M.S. 1% = 104.47625

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESTAD

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	8	258.299997	258.299997	a	A
2	2	2	8	226.012501	226.012501	a	A
3	3	3	8	223.737497	223.737497	a	A

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
 D.M.S. 5% = 65.01785 - D.M.S. 1% = 85.74561

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESTAD  
 DENTRO DE 1 DO FATOR ESP

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	4	305.074997	305.074997	a	A
2	3	3	4	273.874996	273.874996	a	A
3	2	2	4	265.399998	265.399998	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESTAD  
 DENTRO DE 2 DO FATOR ESP

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	4	211.524998	211.524998	a	A
2	2	2	4	186.625004	186.625004	a	A
3	3	3	4	173.599998	173.599998	a	A

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
 D.M.S. 5% = 91.94912 - D.M.S. 1% = 121.26260

**QUADRO DA ANALISE DE VARIANCIA FDA**

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
ESP	1	7.8204088	7.8204088	0.7719	0.60258
ESTAD	2	121.6133280	60.8066640	6.0018	0.01209
BLOCO	3	21.7612581	7.2537527	0.7160	0.56023
ESP*EST	2	11.4533293	5.7266646	0.5652	0.58441
RESIDUO	15	151.9712058	10.1314137		
TOTAL	23	314.6195300			

MEDIA GERAL = 40.845833  
 COEFICIENTE DE VARIACAO = 7.793 %

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESP

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	12	41.416666	41.416666	a	A
2	2	2	12	40.275000	40.275000	a	A

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
 D.M.S. 5% = 2.76574 - D.M.S. 1% = 3.83160

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESP  
 DENTRO DE 1 DO FATOR ESTAD

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	2	4	44.175000	44.175000	a	A
2	1	1	4	43.450000	43.450000	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESP  
 DENTRO DE 2 DO FATOR ESTAD

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	4	41.150000	41.150000	a	A
2	2	2	4	39.575000	39.575000	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESP  
 DENTRO DE 3 DO FATOR ESTAD

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	4	39.650000	39.650000	a	A
2	2	2	4	37.075001	37.075001	a	A

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
 D.M.S. 5% = 4.79040 - D.M.S. 1% = 6.63653

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESTAD

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	8	43.812500	43.812500	a	A
2	2	2	8	40.362500	40.362500	ab	AB
3	3	3	8	38.362500	38.362500	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
 D.M.S. 5% = 4.13006 - D.M.S. 1% = 5.44672

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESTAD  
 DENTRO DE 1 DO FATOR ESP

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	4	43.450000	43.450000	a	A
2	2	2	4	41.150000	41.150000	a	A
3	3	3	4	39.650000	39.650000	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESTAD  
DENTRO DE 2 DO FATOR ESP

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	4	44.175000	44.175000	a	A
2	2	2	4	39.575000	39.575000	ab	A
3	3	3	4	37.075001	37.075001	b	A

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
D.M.S. 5% = 5.84078 - D.M.S. 1% = 7.70283

QUADRO DA ANALISE DE VARIANCIA FDN

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
ESP	1	1749.3336458	1749.3336458	42.4800	0.00005
ESTAD	2	21.2725002	10.6362501	0.2583	0.77834
BLOCO	3	88.0845503	29.3615168	0.7130	0.56188
ESP*EST	2	55.3524840	27.6762420	0.6721	0.52931
RESIDUO	15	617.7029491	41.1801966		
TOTAL	23	2531.7461294			

MEDIA GERAL = 54.612499  
COEFICIENTE DE VARIACAO = 11.750 %

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESP

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	12	63.150000	63.150000	a	A
2	2	2	12	46.075000	46.075000	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
D.M.S. 5% = 5.57597 - D.M.S. 1% = 7.72484

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESP  
DENTRO DE 1 DO FATOR ESTAD

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	4	61.950000	61.950000	a	A
2	2	2	4	49.150000	49.150000	b	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESP  
DENTRO DE 2 DO FATOR ESTAD

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	4	64.750000	64.750000	a	A
2	2	2	4	45.175000	45.175000	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESP  
DENTRO DE 3 DO FATOR ESTAD

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	4	62.749999	62.749999	a	A
2	2	2	4	43.900001	43.900001	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
D.M.S. 5% = 9.65786 - D.M.S. 1% = 13.37982

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESTAD

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	8	55.550000	55.550000	a	A
2	2	2	8	54.962500	54.962500	a	A
3	3	3	8	53.325000	53.325000	a	A

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
D.M.S. 5% = 8.32655 - D.M.S. 1% = 10.98107

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESTAD  
DENTRO DE 1 DO FATOR ESP

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	2	4	64.750000	64.750000	a	A
2	3	3	4	62.749999	62.749999	a	A
3	1	1	4	61.950000	61.950000	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESTAD  
DENTRO DE 2 DO FATOR ESP

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	4	49.150000	49.150000	a	A
2	2	2	4	45.175000	45.175000	a	A
3	3	3	4	43.900001	43.900001	a	A

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
D.M.S. 5% = 11.77552 - D.M.S. 1% = 15.52958

QUADRO DA ANALISE DE VARIANCIA HEMICELULOSE

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
ESP	1	2279.5504185	2279.5504185	159.7757	0.00001
ESTAD	2	28.5858373	14.2929186	1.0018	0.39241
BLOCO	3	54.7145890	18.2381963	1.2783	0.31765
ESP*EST	2	69.4808375	34.7404187	2.4350	0.12012
RESIDUO	15	214.0079300	14.2671953		
TOTAL	23	2646.3396123			

MEDIA GERAL = 15.545834  
COEFICIENTE DE VARIACAO = 24.297 %

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESP

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	12	25.291667	25.291667	a	A
2	2	2	12	5.800000	5.800000	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
D.M.S. 5% = 3.28205 - D.M.S. 1% = 4.54689

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESP  
DENTRO DE 1 DO FATOR ESTAD

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	4	29.175000	29.175000	a	A
2	2	2	4	4.975000	4.975000	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESP  
DENTRO DE 2 DO FATOR ESTAD

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	4	23.600000	23.600000	a	A
2	2	2	4	5.600000	5.600000	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESP  
DENTRO DE 3 DO FATOR ESTAD

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	4	23.100000	23.100000	a	A
2	2	2	4	6.825000	6.825000	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
D.M.S. 5% = 5.68468 - D.M.S. 1% = 7.87545

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESTAD

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	8	17.075000	17.075000	a	A
2	3	3	8	14.962500	14.962500	a	A
3	2	2	8	14.600000	14.600000	a	A

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
D.M.S. 5% = 4.90106 - D.M.S. 1% = 6.46353

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESTAD  
DENTRO DE 1 DO FATOR ESP

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	1	4	29.175000	29.175000	a	A
2	2	2	4	23.600000	23.600000	a	A
3	3	3	4	23.100000	23.100000	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE ESTAD  
DENTRO DE 2 DO FATOR ESP

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	3	3	4	6.825000	6.825000	a	A
2	2	2	4	5.600000	5.600000	a	A
3	1	1	4	4.975000	4.975000	a	A

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
D.M.S. 5% = 6.93115 - D.M.S. 1% = 9.14081  
□DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO  
D.M.S.