

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUÍS FERNANDO ROVEDA

APLICAÇÃO DE RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS NA
FERTILIDADE DO SOLO E NA PRODUÇÃO DE CULTURAS

CURITIBA
2007

LUÍS FERNANDO ROVEDA

APLICAÇÃO DE RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS NA FERTILIDADE
DO SOLO E NA PRODUÇÃO DE CULTURAS

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação
Em Ciências do Solo, Setor de Ciências Agrárias,
Universidade Federal do Paraná, como parte das
exigências para obtenção do título de Mestre em
Ciências do Solo.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos V. Motta.

Co-orientador: Prof^a. Dr^a. Beatriz Monte Serrat.

CURITIBA
2007

Dedico este trabalho a minha esposa, Juliana, a minha filha Ana Laura. Aos meus Pais Pedro e Maria.

Aos meus irmãos.

Por todo o amor, carinho e dedicação pelo que sou e alcancei.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, esperança, benção e proteção.

A minha esposa, pela atenção, carinho e paciência nos momentos difíceis.

A minha filha pela sua presença.

Aos meus pais Pedro Roveda e Maria Luvisa Roveda, que me ensinaram os primeiros passos com sabedoria, me mostraram o caminho da honestidade do caráter e da perseverança.

Aos meus irmãos, pelo apoio e confiança.

A família de minha esposa pelo auxílio e carinho.

A família Deda pelo auxílio e empréstimo da área para realização desta pesquisa.

Ao amigo e professor Antonio Carlos V. Motta pela orientação, instrução e ensinamento.

A professora Beatriz Monte Serrat pelo seu conhecimento e atenção.

A todos os professores do setor que de alguma forma me ajudaram.

A Edhna G. F. Maftum pela ajuda quando necessário.

Aos laboratoristas pelo auxílio nas análises.

A empresa Novozymes Latin America pela oportunidade e ajuda financeira quando necessário.

E aos amigos do Curso de Pós-graduação pelos momentos compartilhados.

E a todas as pessoas que de alguma forma me ajudaram na realização deste trabalho.

Há homens que lutam um dia e são bons;
há outros que lutam um ano e são muito bons;
há aqueles que lutam muitos anos e são melhores;
mas há aqueles que lutam a vida toda,
esses são imprescindíveis.

Bertold Brecht.

RESUMO

O aproveitamento de resíduo industrial de baixo potencial contaminante na agricultura é uma importante opção de disposição final, com vantagens ao meio ambiente. Avaliou-se a campo o potencial agrônomo do NovoGro[®] [líquido resultante da fermentação microbiana da produção de enzimas (proteases) neutralizado com hidróxido de Ca e Mg] através das variações nos indicadores químicos do solo e planta (crescimento e nutrição). O experimento foi estabelecido em uma pequena propriedade do município de Araucária-PR, em Cambissolo cultivado sob dois sistemas de plantio, plantio direto (PD) e plantio convencional (PC). O solo utilizado vinha sendo cultivado por décadas intensivamente, e apresentava elevado pH e disponibilidade de nutrientes, sendo considerado de alta fertilidade. Foram realizados dois tratamentos (sem e com a adição de 50 m³ do NovoGro[®]) sendo aplicado mecanicamente em dose única na superfície do solo. Amostras de solo foram coletadas em quatro diferentes profundidades (0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm) e três épocas (junho/2005, outubro/2005 e fevereiro/2006), para avaliar as características químicas do solo [CaCl₂ e SMP, (H + Al), Al, P, K, Ca, Mg, V%, condutividade elétrica e micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu e B)]. Cultivou-se sucessivamente feijão (*Phaseolus vulgaris*), cobertura de inverno [aveia preta (*Avena strigosa*) no PC e aveia preta consorciada com nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) no PD] e milho (*Zea mays* L.). Para avaliação da resposta das plantas ao uso do NovoGro[®] foram determinados os seguintes parâmetros: feijão - população, matéria seca da parte aérea [Estágios V4, R5 e R8 (separada - caule, vagem + grão e folha)] e produção de grãos; cobertura de inverno - matéria seca no estágio de máximo crescimento vegetativo; milho — número e peso de espigas e produtividade. Para avaliação do estado nutricional das plantas foram amostrados e avaliados os seguintes tecidos de planta: feijão - folha, caule, vagem e grão; cobertura de inverno — folha. O delineamento foi em blocos ao acaso com seis repetições, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey e teste T, ao nível de 5%. Resultados obtidos indicaram aumentos no pH, Ca, Mg, P, V% e quedas na acidez potencial (H + Al) foram observados no PC em pelo menos em uma das épocas avaliadas. Já, no PD constataram-se aumentos na disponibilidade de Mg, P, K, B, Cu e Fe e quedas na acidez potencial (H + Al), concentradas na camada superficial. Em ambos os sistemas verificaram-se aumentos na condutividade elétrica, mas sem ultrapassar os limites. As alterações químicas do solo provocadas pelo uso do NovoGro[®] variaram entre os períodos de coletas e tecnicamente as variações constatadas podem ser consideradas pouco expressivas. Não houve efeito do uso do NovoGro[®] sobre a produtividade do feijão, o mesmo ocorrendo sobre os demais parâmetros avaliados, devido provavelmente ao baixo potencial de resposta do feijão, aliada a alta fertilidade e as condições de manejo da cultura. Contudo, pronunciado crescimento de matéria seca foi obtido quando da aplicação do NovoGro[®] sobre plantas de coberturas em ambos os sistemas, sugerindo um efeito residual de aproximadamente 4 meses após a aplicação. Assim, como foi observado para cultura do feijão, não houve efeito sobre nenhum parâmetro avaliado no milho. Avaliação do estado nutricional pela análise do tecido da parte aérea constatou pequeno decréscimo na concentração de Cu e Mn para o feijão e na aveia no PC, com uso de NovoGro[®]. Observaram-se ainda aumentos na planta (Estágio R5) para Mg no PC e PD e Fe no PC. Não se verificaram diferenças na vagem + grão (Estágio R8). Para o caule (Estágio R8) observou-se aumentos para o Mg e Cu

no PC com a aplicação do NovoGro[®]. Já para o grão no feijão verificaram-se aumentos de K em ambos os sistemas, no PD aumentos de Zn e quedas de Mn. Todas as diferenças apresentadas nas análises químicas de tecido vegetal apresentaram baixas variações. O NovoGro[®] pode apresentar-se como uma alternativa para melhoria das condições dos solos estudados e na produção de culturas de inverno, porém necessita de mais estudos relacionados a doses a serem aplicadas.

Palavra-chave: resíduo, fertilidade, plantio direto, plantio convencional.

ABSTRACT

The use of industrial residue with low potential contaminating in the agriculture is an important option of final disposition, with advantages to the environment. Agronomical potential of NovoGro[®] [residue from microbial fermentation production (proteases) neutralized with Ca and Mg hydroxide], was evaluated at field condition, using as indicators changes in the soil chemical and plant (growth and nutrition). The experiment was established in a small farm at Araucaria Country, Paraná State, on Cambissolo cropped under two systems, no tillage (NT) and conventional tillage (CT). The selected soil had been cultivated intensively by decades; and presented high soil pH and nutrients availability, being considered of high fertility. There were two treatments (without and with the edition of 50 m³ of NovoGro[®]), which was applied one time mechanic on soil surface. Soil samples were collected within four different layers (0-10, 10-20, 20-40 and 40-60 cm) and three times (june/2005, october/2005 and february/2006), to evaluate the chemical characteristics of the soil [CaCl₂ and SMP, (H + Al), Al, P, K, Ca, Mg, V%, electric conductivity and micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu and B). It was cropped successively black bean (*Phaseolus vulgaris*), winter's cover crop [Oat (*Avena strigosa*) under the CT and black oat associated with turnip foragers (*Raphanus sativus*) under NT] and corn (*Zea mays* L.). To evaluate the plant response for application was determined the following parameters: black Bean - population, dry matter yield [the stages V4, R5 and R8 (split - stem, grain husk and leaf)] and yield beans; Winter cover crop - dry matter when the maximum vegetative growth; Corn — ears number and weigh and grain yield. For evaluation of the plant nutrition state were sampled and evaluated the following plant tissue: Bean - leaf, stem, husk and grain; cover crop - plant shoot. The experimental design was randomized blocks with six replications. Being the averages compared by Tukey Test and test T, to the level of 5%. Obtained results indicated increases in pH, Ca, Mg, P, V% and diminish in the potential acidity (H + Al) under the PC in at least in one of the evaluated times. Already, in PD was verified increase in Mg availability, P, K, B, Cu and Fe and decrease in the potential acidity (H + Al), concentrated on superficial layer. In both systems was verified enhancement in the electric conductivity, but to without overtaking the limits for plant growth. The chemical alterations of the soil provided by NovoGro[®] application varied among sampling periods and they can be considered low expressive technically. There was no effect of the use of NovoGro[®] on the productivity of the bean, the same was observed for other black beans plant parameters evaluated. The lack of answer to biomass applications for black beans can be associated to low potential to fertilizer application, the high soil fertility, and the management practice. However, pronounced

enhancement dry matter yield for winter cover crops was obtained with application of NovoGro[®], in both systems, suggesting a residual effect of about 4 months after the application. Similar to black beans, corn was not affected by biomass application for all plant evaluated parameters. The evaluation of nutrition state by the tissue analysis (G5 stage) showed a small decrease in Cu and Mn concentration for black bean and oat in the CT, respectively, with NovoGro[®] use. It was observed increment in the plant (G5 stage) for Mg in CT and NT and Fe for the CT. It was not verified differences in the bean and pod (G8 stage). For the stem (G8 stage) increases were observed for Mg and Cu in the CT with the application of NovoGro[®]. But for the bean in the black bean, it was verified increase of K in both systems, and increase and decrease for Zn and Mn at NT. All differences obtained in the analyses chemical of vegetable tissue were small not changing the interpretation level. NovoGro[®] was a reliable option for improvement of the terms of the studied soils and in the winter's cultures production, but needing more studies related the rates applications.

key words: Residue, fertility, conventional tillage, no tillage.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS ÁREAS DE IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO, BEM COMO AS DIMENSÕES E DIVISÕES REALIZADAS A CAMPO, ARAUCÁRIA – PR.....	19
--	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – RESULTADO DA ANÁLISE QUÍMICA E FÍSICA DE UMA LAGOA DE ÁGUA RESIDUÁRIA DA SUINOCULTURA.....	15
TABELA 2 - RESULTADO DA ANÁLISE QUÍMICA E FÍSICA DO NovoGro [®] , ARAUCÁRIA - PR.....	20
TABELA 3 - RESULTADO DA ANÁLISE QUÍMICA DE MACRO E MICRONUTRIENTES NO SOLO ANTES DA APLICAÇÃO DO NovoGro [®] NA PROFUNDIDADE DE 0-20 CM NO PLANTIO DIRETO (PD) E PLANTIO CONVENCIONAL (PC), ARAUCÁRIA – PR.....	21
TABELA 4 – VALORES MÉDIOS DO pH SMP E pH CaCl ₂ DE AMBOS OS SISTEMAS DAS COLETAS 1, 2 E 3 NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20, 20-40, 40-60 cm, ARAUCÁRIA - PR.....	26
TABELA 5 - MÉDIAS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DE Al E (H + Al) NO PLANTIO DIRETO (PD) E PLANTIO CONVENCIONAL (PC) DAS COLETAS 1, 2 E 3 NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20, 20-40, 40-60 cm, ARAUCÁRIA - PR.....	27
TABELA 6 – VALORES MÉDIOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DO Ca E Mg NO PLANTIO CONVENCIONAL (PC) DA COLETA 1 NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20 cm, ARAUCÁRIA - PR.....	28
TABELA 7 - MÉDIAS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DO Ca E Mg NO PLANTIO DIRETO (PD) E PLANTIO CONVENCIONAL (PC) DAS COLETAS 2 E 3 NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20, 20-40, 40-60 cm, ARAUCÁRIA - PR.....	29
TABELA 8 – VALORES MÉDIOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DO P NO PLANTIO DIRETO (PD) DA COLETA 3 NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20, 20-40 E 40-60 cm, ARAUCÁRIA - PR.....	30
TABELA 9 - MÉDIAS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DO P NO PLANTIO DIRETO (PD) E PLANTIO CONVENCIONAL (PC) DAS COLETAS 1, 2 E 3 NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm, ARAUCÁRIA - PR.....	31
TABELA 10 - MÉDIAS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DO K NO PLANTIO DIRETO (PD) E PLANTIO CONVENCIONAL (PC) DAS COLETAS 1, 2 E 3 NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20, 20-40, 40-60 cm, ARAUCÁRIA - PR.....	32
TABELA 11 - MÉDIAS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DA MO NO PLANTIO DIRETO (PD) E PLANTIO CONVENCIONAL (PC) DAS COLETAS 2, 3 E 4 NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20, 20-40, 40-60 cm, SEGUIDAS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA, ARAUCÁRIA - PR	33

TABELA 12 - VALORES MÉDIOS DE V% NO PLANTIO CONVENCIONAL (PC) DA COLETA 1 NAS PROFUNDIDADES DE 0-10 E 10-20 cm, ARAUCÁRIA - PR.....	34
TABELA 13 - VALORES MÉDIOS DE V% NO PLANTIO DIRETO (PD) E PLANTIO CONVENCIONAL (PC) DAS COLETAS 1, 2 E 3 NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20, 20-40, 40-60 cm, ARAUCÁRIA - PR.....	35
TABELA 14 - MÉDIAS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DO B NO PLANTIO DIRETO (PD) E PLANTIO CONVENCIONAL (PC) DAS COLETAS 1, 2 E 3 NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20, 20-40, 40-60 cm, ARAUCÁRIA - PR.....	36
TABELA 15 - MÉDIAS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DO Zn, Cu E Mn NO PLANTIO DIRETO (PD) E PLANTIO CONVENCIONAL (PC) DA COLETA 1 DE SOLO NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20 cm, ARAUCÁRIA - PR.....	37
TABELA 16 - MÉDIAS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA NO PLANTIO DIRETO (PD) E PLANTIO CONVENCIONAL (PC) DAS COLETAS 1, 2 E 3 NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20, 20-40, 40-60 cm, ARAUCÁRIA - PR.....	38
TABELA 17 - MÉDIAS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA NO PLANTIO DIRETO (PD) E PLANTIO CONVENCIONAL (PC) DAS COLETAS DE SOLO 2 E 3 NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20, 20-40, 40-60 cm, ARAUCÁRIA - PR.....	38
TABELA 18 - DENSIDADE POPULACIONAL E MATÉRIA SECA DE PLANTA DE FEIJÃO DAS CULTIVARES IPR GRAÚNA NO PLANTIO CONVENCIONAL (PC) E IPR CHOPIN NO PLANTIO DIRETO (PD) NOS ESTÁGIOS V4 E R5, ARAUCÁRIA - PR...46	46
TABELA 19 – MÉDIAS AVALIADAS NO FEIJÃO DAS CULTIVARES IPR GRAÚNA NO PLANTIO CONVENCIONAL (PC) E IPR CHOPIN NO PLANTIO DIRETO (PD), NOS ESTÁGIO R8, FRACIONADO EM PESO E NÚMERO DE VAGENS, PESO DE CAULE E FOLHA E PRODUTIVIDADE NO ESTÁGIO R9 EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DO NovoGro [®] , ARAUCÁRIA - PR.....	47
TABELA 20 - PRODUTIVIDADE DA AVEIA PRETA NO PLANTIO CONVENCIONAL (PC) E AVEIA PRETA + NABO EM ÁREAS DE PLANTIO DIRETO (PD) EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DO NovoGro [®] , ARAUCÁRIA - PR.....	48
TABELA 21 - NÚMERO E PESO DE ESPIGAS E PRODUTIVIDADE DO MILHO, CULTIVAR PIONEER 30F53 SOB PLANTIO CONVENCIONAL (PC) E PLANTIO DIRETO (PD) EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DO NovoGro [®] ARAUCÁRIA - PR, 2005.....	49

TABELA 22 - MÉDIAS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DE MACRO E MICRONUTRIENTES DOS TECIDOS DE FOLHA DE AMOSTRAS COLETADAS DO FEIJÃO NO ESTÁGIO R8, DAS CULTIVARES IPR GRAÚNA NO PLANTIO CONVENCIONAL (PC) E IPR CHOPIN NO PLANTIO DIRETO (PD), E DA AVEIA PRETA (PC) E AVEIA PRETA + NABO FORRAGEIRO (PD), ARAUCÁRIA - PR.....50

TABELA 23 - MÉDIAS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DE MACRO E MICRONUTRIENTES DE TECIDO VEGETAL DO ESTÁGIO R5 DO CAULE, VAGEM + GRÃO E GRÃO DE AMOSTRAS COLETADAS DO FEIJÃO, DAS CULTIVARES IPR GRAÚNA NO PLANTIO CONVENCIONAL (PC) E IPR CHOPIN NO PLANTIO DIRETO (PD), ARAUCÁRIA - PR.....51

TABELA 24 - MÉDIAS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DE MACRO E MICRONUTRIENTES DO GRÃO DE AMOSTRAS COLETADAS DO FEIJÃO, DAS CULTIVARES IPR GRAÚNA NO PLANTIO CONVENCIONAL (PC) E IPR CHOPIN NO PLANTIO DIRETO (PD), ARAUCÁRIA - PR.....52

TABELA 25 - MÉDIA DOS RESULTADOS REFERENTES À EXTRAÇÃO TOTAL DE NUTRIENTES PELO GRÃO DE FEIJÃO IPR GRAÚNA NO PLANTIO CONVENCIONAL (PC) E IPR CHOPIN NO PLANTIO DIRETO (PD), ARAUCÁRIA - PR.....53

TABELA 26 - QUANTIDADES TOTAIS DE NUTRIENTES EXTRAÍDOS PELA AVEIA + NABO NO PLANTIO DIRETO (PD) E AVEIA NO PLANTIO CONVENCIONAL (PC), ARAUCÁRIA - PR.....54

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	14
2. METODOLOGIA	18
2.1 LOCALIZAÇÃO.....	18
2.2 SOLO.....	18
2.3 MARCAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	19
2.4 TRATAMENTOS.....	20
2.5 COLETA DE SOLO.....	21
3. CAPITULO I – APLICAÇÃO DE RESÍDUO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS (NovoGro®) NA FERTILIDADE DO SOLO - ARAUCÁRIA – PARANÁ	22
3.1 INTRODUÇÃO.....	22
3.2 METODOLOGIA ESPECÍFICA	24
3.2.1 Coletas de solo.....	24
3.2.3 Análise estatística.....	24
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
3.3.1 Parâmetros de acidez pH SMP, pH CaCl ₂	25
3.3.2 Al e H + Al.....	26
3.3.3 Ca e Mg.....	28
3.3.4 P.....	30
3.3.5 K.....	31
3.3.6 MO.....	32
3.3.7 V%.....	34
3.3.8 Micronutrientes disponível (B, Zn, Cu, Mn e Fe).....	35
3.3.9 Condutividade elétrica.....	37
3.4 CONCLUSÃO.....	40
4. CAPITULO II – APLICAÇÃO DE RESÍDUO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS (NovoGro®) NA PRODUÇÃO DE CULTURAS - ARAUCÁRIA – PARANÁ	41
4.1 INTRODUÇÃO.....	43
4.2 METODOLOGIA ESPECÍFICA.....	43
4.2.1 Implantação das culturas.....	43
4.2.2 Avaliação das culturas.....	43
4.2.3 Análise estatística	45
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
4.3.1 Parâmetros produção de planta.....	46
4.3.2 Análise química de tecido vegetal.....	50
4.3.3 Exportação de nutrientes pelo feijão e aveia.....	53
4.3 CONCLUSÃO	56
5. REFERENCIAS	57

1. INTRODUÇÃO GERAL

À medida que as cidades crescem com o desenvolvimento econômico e industrial, surgem simultaneamente problemas ambientais devido à aceleração da degradação dos recursos naturais e à geração cada vez maior de resíduos industriais, comprometendo a qualidade de vida das atuais e futuras gerações.

As conseqüências causadas por esses resíduos constituem uma fonte de problemas diretamente ligados à qualidade de vida do homem e da biota em geral. Diante disso, a ciência busca soluções para tais problemas, com o objetivo de contribuir para a humanidade viver num ambiente sadio com um desenvolvimento tecnológico viável (OLIVEIRA, 1995).

No Brasil, alguns resíduos industriais têm sido descartados pelas indústrias a céu aberto, ou raramente em aterros sanitários, e com isso, grandes quantidades de nutrientes que poderiam ser reciclados, não são aproveitados, gerando além da contaminação ambiental a destinação inadequada dos resíduos. Entretanto, algumas indústrias vêm aplicando esse material em áreas destinadas a culturas anuais como o milho, feijão, pastagens e outras. Todavia, tal utilização nem sempre segue critérios técnicos, o que se deve especialmente ao desconhecimento do seu potencial agrônômico (MANTOVANI *et al.*, 2004).

Um dos resíduos são as águas residuárias, podendo ser tanto de origem agroindustrial como animal. A utilização de águas residuárias de origem animal, principalmente da suinocultura, em lavouras como fertilizantes ou como forma de descarte é uma prática rotineira e, às vezes, a única fonte de nutrientes as culturas comerciais, sendo uma forma de amenizar os custos de produção, com isso aumentando o lucro das pequenas propriedades. Segundo Freitas *et al.* (2004) a disposição de águas residuárias de animais no solo é muito usada no mundo, principalmente na Europa e nos Estados Unidos, como na fertilização de solos cultivados. Sua aplicação ao solo busca, além de uma destinação adequada para a água residuária baixar custos na sua disposição final, além de proporcionar a melhoria da fertilidade do solo.

A utilização de água residuária como, por exemplo, da criação de suínos (FREITAS *et al.*, 2004), ou ainda da água provinda do tratamento de resíduo de curtumes (FERREIRA *et al.*, 2003), apresentou resultados positivos na correção da acidez do solo pelo fato do tratamento destas águas resultarem em aumentos no pH, e ainda aumentos na produção de milho e aveia. Ao estudar o efeito da utilização de água residuária da indústria de enzimas no solo, Cavallet *et al.* (1993, 2003) em experimentos de campo em Argissolo, observaram melhoria da fertilidade do solo, que se refletiu em aumento na produtividade. Ainda segundo Cavallet *et al.* (2006) aplicações de água residuária da produção de enzimas resultou em elevação do pH do solo e queda nos teores de Al, além de incremento da produção de grãos de milho. Gomes Filho *et al.* (2001) cita benefícios da água residuária da suinocultura na ciclagem de nutrientes na cultura da aveia forrageira. Também, Durigon *et al.* (2002) em um estudo com aplicação de dejetos de suínos em pastagem natural no Rio Grande do Sul, constatou incrementos na produção. Comparações com águas residuárias da suinocultura são passíveis pois estas apresentam algumas semelhança como a sua constituição aquosa e a presença de macro e micro nutrientes (Tabela 1).

TABELA 1 – RESULTADO DA ANÁLISE QUÍMICA E FÍSICA DE UMA LAGOA DE ÁGUA RESIDUÁRIA DA SUINOCULTURA.

Parâmetro	Resultados expressos em base úmida.		
pH (CaCl ₂ 0,01M)	7,4		
MACRONUTRIENTES	mg l ⁻¹		
Nitrogênio total (N)	0,69	Magnésio (Mg)	0,07
Fósforo (P ₂ O ₅)	0,1	Potássio (K ₂ O)	0,34
Cálcio (Ca)	0,1	Sódio (Na)	0,09
MICRONUTRIENTES	mg l ⁻¹		
Boro (B)	1,02	Manganês (Mn)	1,06
Cobre (Cu)	0,7	Zinco (Zn)	2
Ferro (Fe)	2,09	Chumbo (Pb)	<0,02
Cádmio (Cd)	<0,01	Cobalto (Co)	0,01
Molibdênio (Mo)	<0,05	Níquel (Ni)	0,88

Adaptado de OLIVEIRA (2006).

O NovoGro[®] possui maiores concentrações principalmente referentes ao N total e o P além de apresentar um pH superior devido ao tratamento químico. Sendo

assim a qualidade do material resultante da fermentação de enzimas é de melhor qualidade em se tratando das concentrações de nutrientes e ação corretiva para o pH do solo em relação à água residuária da suinocultura.

O NovoGro[®] anteriormente chamado de água residuária da produção de enzimas por possuir constituição aquosa, é gerado através da fermentação de substratos, que apresenta em sua constituição partículas sólidas dos substratos das fermentações, por auxiliares de filtração e pela biomassa microbiana. Como auxiliares de filtração utilizam-se substâncias orgânicas e inorgânicas, como: carbono ativado e alguns nutrientes que auxiliam na separação da matéria orgânica (CAVALETT *et al.*, 2006). O NovoGro[®] provém da indústria de enzimas NOVOZYMES LATIN AMERICA LTDA, da produção de Proteases. Possui na sua constituição, nutrientes principalmente o N, P, K, Ca e Mg além de micronutrientes. Além disso, apresenta poder de neutralização da acidez, que ocorre pelo fato do NovoGro[®] ser tratado com cal hidratado para a inativação de microrganismos presentes no material. Neste tratamento é utilizado em média cerca de 5 kg de cal hidratada por m⁻³ da água do NovoGro[®]. Salienta-se ainda a não utilização de matérias-primas detentoras de concentrações excessivas de metais pesados, não tendo então potencial contaminante por metais pesados (Tabela 2).

Com o crescimento da demanda pelos produtos industriais aumenta-se a capacidade geradora do NovoGro[®], sendo este resíduo uma fonte de compostos químicos e orgânicos, tornando-se uma fonte potencial para fornecimento de nutrientes para a agricultura. Como este resíduo gerado não é reutilizado pela empresa, ele está sendo doado a pequenos agricultores da região para adubação de suas culturas como soja, milho, feijão e pastagens naturais, sendo recomendado por técnicos da empresa, a aplicação de aproximadamente 50 m³ ha⁻¹. Apesar da utilização gerar efeitos positivos nas culturas que a recebem, existem poucos estudos específicos que quantifiquem estes resultados e os relacionem ao crescimento e desenvolvimento das culturas.

Trabalhos referentes à utilização deste resíduo já foram realizados, porém com cultivares diferentes de milho e feijão em Argissolo. Sendo assim a falta de informação em diferentes solos e sistemas de plantio, diferentes cultivares e principalmente sua interferência no perfil do solo em diferentes profundidades e seu efeito residual

principalmente para as culturas de inverno foram as principais motivações para realização do presente trabalho.

Considerando as condições de alta fertilidade do solo na qual foi montado o experimento aliado ainda à adubação de semeadura realizada pelo produtor na cultura do feijoeiro, espera-se que as obtenções de resposta sejam restritas mesmo as culturas mais responsivas como no caso das gramíneas.

Diante do exposto busca-se então a avaliação dos efeitos da aplicação do NovoGro[®] nos aspectos químicos de um Cambissolos em diferentes profundidades e cultivados em plantio direto e plantio convencional na região de Araucária no Paraná, bem como sua interferência na produção de grãos e matéria seca, estado nutricional, exportação e extração das espécies a serem avaliadas.

2. METODOLOGIA

2.1 LOCALIZAÇÃO

O experimento foi instalado no município de Araucária-PR na propriedade da família Deda, pequeno produtor da região. Essa região fisiográfica é denominada de Primeiro Planalto Paranaense, localizada nas coordenadas 24° 50' de latitude Sul e 49° 50' de longitude Oeste. A área apresenta um relevo suave ondulado (declividade de 3-8%), com altitudes variando entre 860 e 940 m. Nas regiões mais planas, como por exemplo no local da realização do trabalho afloram a Formação Guabirota.

O clima da região, segundo a classificação climática de Köppen, pertence ao tipo Cfb, clima subtropical mesotérmico, úmido, com verões frescos. Registra temperaturas dos meses mais frios entre -3°C a 18°C, e temperaturas nos meses mais quentes entre 10°C a 34°C. A temperatura média anual encontra-se entre 16°C, sem estação seca definida, com pluviosidade anual entre 1400 a 1600 mm. Por possuir clima úmido, tem chuvas distribuídas por todos os meses, ocorrendo precipitações superiores a 30 mm nos meses mais secos. A umidade relativa média do ar apresenta-se entre 70 a 80%, e a evapotranspiração média entre 900 a 1000 mm. Com um clima subtropical úmido mesotérmico (Cfb), e altitudes superiores a 800 metros, propiciaram o desenvolvimento de uma cobertura vegetal exuberante, formada por florestas subtropicais perenifólias e subperenifólias. As áreas não cultivadas são cobertas por matas nativas, do tipo florestas secundárias, subperenifólias. Originalmente, ocorre vegetação rasteira de várzea, em pequenas inclusões. Em algumas reservas, encontram-se matas de Araucária ainda preservadas, porém com pouca expressão (IAPAR, 2000).

2.2 SOLO

O experimento foi instalado sobre um Cambissolo Háplico Tb Distrófico, possuindo argila de atividade $< 27 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de argila e baixa saturação por bases ($V < 50\%$) na maior parte do horizonte B (EMBRAPA, 1999).

2.3 MARCAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

Foram selecionadas duas áreas que apresentavam manejos distintos comuns na região, sendo uma manejada sob plantio direto (PD) e a outra sob plantio convencional (PC). As áreas foram divididas em seis blocos cada (Figura 1), e cada bloco continha duas parcelas, nas quais foram realizados os tratamentos.

Antes da implantação do experimento a área sob PC havia sido cultivada cebola (*Allium cepa*), enquanto que na área sob PD estava com cobertura morta de aveia preta (*Avena strigosa*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus*).

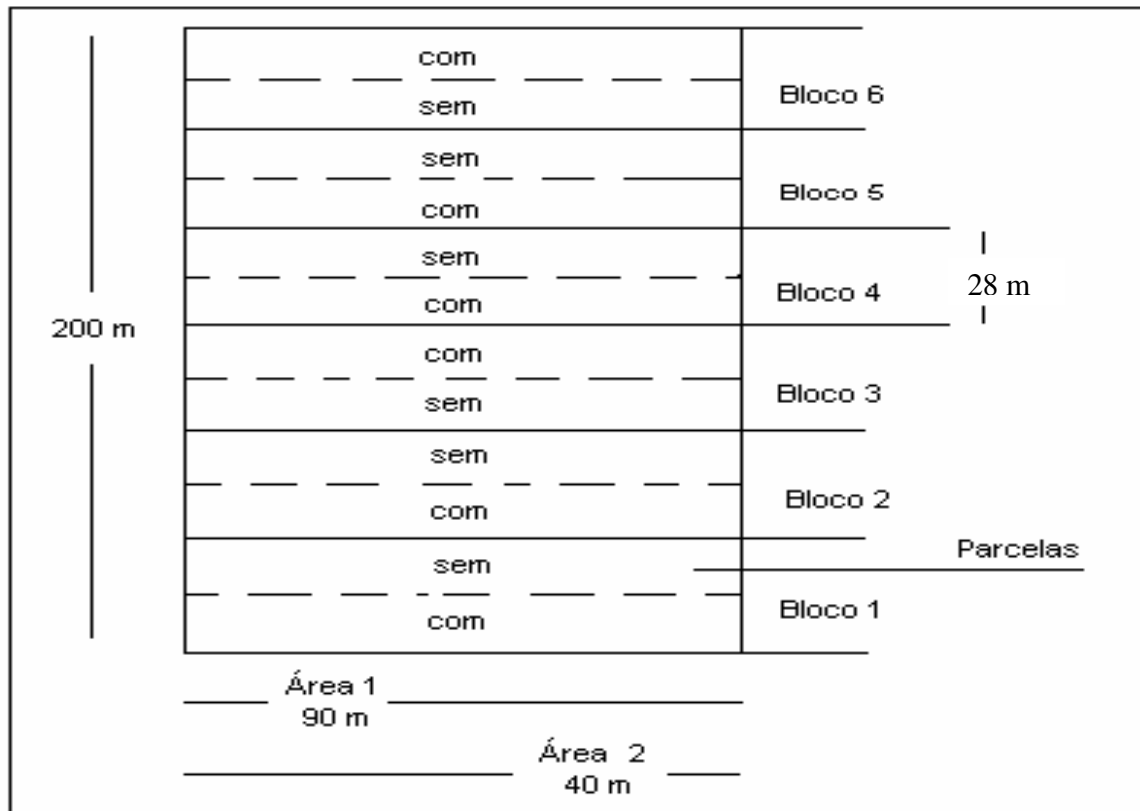


FIGURA 1 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS ÁREAS DE IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO, BEM COMO AS DIMENSÕES E DIVISÕES REALIZADAS A CAMPO, ARAUCÁRIA - PR.

Em cada área experimental foram instalados seis blocos contendo duas parcelas, totalizando 12 parcelas. Na área sob PC cada parcela apresentava 14 x 90 m, enquanto que na área sob PD 14 x 40 m.

Foram considerados os dois metros laterais como bordadura, restando como área útil 880 e 360 m² para as áreas sob PC e PD, respectivamente.

As demarcações foram realizadas em faixas no sentido da declividade. A largura de 14 m foi adotada para permitir duas passadas com o aplicador do resíduo.

2.4 TRATAMENTOS

Foram realizados dois tratamentos com e sem a aplicação de 50 m³ ha⁻¹ do NovoGro[®], em uma única dose. O resíduo líquido NovoGro[®] utilizado é um substrato oriundo da fermentação microbiana da produção de enzimas Proteases, inativado através da elevação do pH com cal hidratado, após a transferência para o tanque de armazenamento do resíduo na empresa. O NovoGro[®] foi retirado do reservatório da empresa NOVOZYMES LATIN AMÉRICA LTDA localizada em Araucária PR por caminhões tanques, onde estava estocado por aproximadamente duas semanas, com circulação forçada completando as reações. Suas características químicas podem ser observadas na Tabela 2.

TABELA 2 – RESULTADO DA ANÁLISE QUÍMICA E FÍSICA DO NovoGro[®], ARAUCÁRIA - PR.

Parâmetro	Resultados expressos em base úmida.		
pH (CaCl ₂ 0,01M)	12,9	Relação C/N totais	87,3
Densidade (g cm ⁻³)	1,02	Matéria orgânica total (%)	2,91
Umidade total (%)	87,3		
MACRONUTRIENTES		g kg ⁻¹	
Nitrogênio total (N)	6,51	Magnésio (Mg)	10,7
Fósforo (P ₂ O ₅)	4,43	Enxofre (S)	0,44
Potássio (K ₂ O)	0,3	Sódio (Na)	1,18
Cálcio (Ca)	17,4	Cloro (Cl)	1,26
MICRONUTRIENTES		mg kg ⁻¹	
Boro (B)	6,3	Manganês (Mn)	20,1
Cobre (Cu)	3,7	Zinco (Zn)	9,1
Ferro (Fe)	137	Chumbo (Pb)	1,56
Arsênio (As)	ND	Cobalto (Co)	ND
Cádmio (Cd)	0,37	Mercúrio (Hg)	ND
Molibdênio (Mo)	ND	Níquel (Ni)	0,88
Selênio (Se)	ND		

Análises realizadas pelo laboratório da limnobras Ltda (18/02/2005)

Após ser transportado até o local de aplicação, foi transferida para um tanque de 5 m³, acoplado ao trator, sendo distribuído com aplicador tipo leque, sob pressão, com raio de ação de aproximadamente sete metros. O NovoGro[®] foi aplicado no dia 7/02/2005.

2.5 COLETA DE SOLO

Logo, após a demarcação das áreas foi realizada a coleta de solo na profundidade de 0-20 cm, para fins de observação das propriedades químicas.

TABELA 3 - RESULTADO DA ANÁLISE QUÍMICA DE MACRO E MICRONUTRIENTES NO SOLO ANTES DA APLICAÇÃO DO NovoGro[®] NA PROFUNDIDADE DE 0-20 CM NO PLANTIO DIRETO (PD) E PLANTIO CONVENCIONAL (PC), ARAUCÁRIA - PR.

Área	MACRONUTRIENTES											
	pH CaCl ₂	pH SMP	Al	H+ Al	Ca	Mg	K	SB	P	C	V	
	-----cmol _c dm ⁻³ -----											
	mg dm ⁻³									mg dm ⁻³		%
PC	5,9	6,6	0	3,1	4,1	2,0	0,25	6,3	22	21	67	
PD	6,1	6,6	0	3,1	5,0	2,0	0,19	7,2	11	27	72	
MICRONUTRIENTES (mg dm ⁻³)												
	Zn	Cu	Mn	Fe	B							
PC	7,7	1,7	61	82	0,22							
PD	8,0	1,1	38	101	0,14							

Foram realizadas determinações químicas de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio trocável (Al), pH CaCl₂ e pH SMP, e dos micronutrientes Zn, Cu, Mn, Fe (Mehlich I) e B (água quente e BaCl₂) de acordo com metodologia descrita em TEDESCO *et al.* (1995). Os resultados são mostrados na Tabela 3.

3. CAPITULO I – APLICAÇÃO DE RESÍDUO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS (NovoGro®) NA FERTILIDADE DO SOLO - ARAUCÁRIA - PARANÁ

3.1 INTRODUÇÃO

Os solos originais dos climas tropicais e subtropicais na sua grande maioria são escassos em nutrientes e de elevada acidez, situação muitas vezes agravada pelo cultivo excessivo do solo sem práticas conservacionistas (PERIN, CERETA, KLAMT, 2003). Melhorias das condições químicas e físicas do solo podem ser buscadas através de aplicações de fertilizantes ou ainda com o reaproveitamento de resíduos industriais, que contenham macro e micronutrientes e que não tenham fontes poluidoras para o solo.

Embora já existam evidências da melhoria da fertilidade com o uso agrícola de biossólidos de origem industrial estudos sobre a viabilidade são pouco frequentes (KONRAD & CASTILHOS, 2002; FERREIRA *et al.*, 2003). No entanto, como os resíduos industriais são diversos, com características que variam de acordo com a matéria-prima utilizada, o processo industrial empregado e o sistema de tratamento aplicado (FERREIRA *et al.*, 2003), são necessárias pesquisas de avaliações agrônômicas para definições de taxas de aplicação, viabilidade técnica e segurança ambiental específica para cada resíduo.

A utilização de águas residuárias, tornou-se uma prática adotada pelos agricultores como uma forma de reaproveitar os nutrientes. Segundo Freitas *et al.* (2004) além de uma destinação ambientalmente correta para a água residuária, esta pode proporcionar a melhoria da fertilidade do solo através da adição de nutrientes como por exemplo P, K, Ca e Mg, além de aumentar o pH do solo, que acarreta a insolubilização do elemento alumínio, que é tóxico às plantas.

Cavalett *et al.* (2006) observaram que o pH do solo elevou-se e os teores de Al diminuíram com a aplicação de água residuária da indústria de enzimas. As dosagens de 160 e 320 Mg ha⁻¹ de água residuária foram equivalentes à aplicação de corretivo da acidez do solo o que demonstrou que a água residuária pode neutralizar a acidez do solo em 10% de uma mesma quantidade de calcário que tenha eficiência relativa de

100%. No entanto Freitas *et al.* (2005) observaram que os valores de pH do solo permaneceram praticamente inalterados, enquanto os níveis de P, K, Na, Ca, Mg, Cu e Zn no solo aumentaram com a aplicação de águas residuárias da suinocultura, por se tratar de fonte destes nutrientes. Ferreira *et al.* (2003) trabalhando com a água provinda do tratamento de resíduo de curtumes observou resultados positivos na correção da acidez.

O NovoGro[®] é um substrato da fermentação microbiana oriundo da fabricação de enzimas e inativado com cal hidratada o que eleva seu pH, assim este resíduo pode ter propriedades de corretivo e ainda fornecer nutrientes ao solo.

Assim busca-se avaliar o efeito da aplicação do NovoGro[®] nas características químicas do solo em quatro diferentes profundidades, e em três diferentes épocas, e cultivados em diferentes sistemas de plantio.

3.2 METODOLOGIA ESPECÍFICA

3.2.1 Coletas de solo

Após a aplicação do NovoGro[®] foram realizadas três coletas de solo em intervalos de quatro meses, sendo que na primeira coleta realizada quatro meses após a aplicação, foram amostradas as profundidades de 0-10 e 10-20 cm com auxílio do trado tipo calador. Para as demais coletas foram amostradas as mesmas profundidades da coleta 1 e ainda as profundidades de 20-40 e 40-60 cm utilizando-se o trado do tipo Holandês. As coletas foram realizadas aleatoriamente nas parcelas, e com os cuidados recomendados para a não contaminação das amostras. Todas as amostras foram compostas de 15 amostras simples por parcela. Para cada amostra coletada foram realizadas as mesmas determinações da caracterização química do solo após a demarcação, realizou-se ainda análises de B segundo Silva (1999) e condutividade elétrica conforme metodologia descrita EMBRAPA (1997) em.

3.2.2 Análise estatística

Para tratamento estatístico dos dados de solo, procedeu-se à análise de variância utilizando o delineamento em blocos ao acaso, com as parcelas distribuídas em esquema fatorial 2 x 4 (2 tratamentos e 4 profundidades), sendo que o fator tempo entre coletas não foi analisado. Em caso de análise de variância significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% utilizando-se o programa estatístico Assistat (SILVA, 2002).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Parâmetros de acidez pH SMP, pH CaCl₂

Não houve interação entre profundidade de coleta e aplicação de NovoGro[®] nos parâmetros avaliados. Independente dos tratamentos, os valores de pH encontrados (Tabela 3) são elevados mesmo em profundidade, indicando ser um solo com um longo tempo de utilização agrícola e provavelmente bem manejado quimicamente (RAMOS, 1996).

Como eram esperados os valores de pH foram maiores em superfície, dado provavelmente a baixa mobilidade dos corretivos da acidez, indicando a necessidade de mais tempo para as reações atingirem as camadas mais inferiores.

Para o pH CaCl₂ apenas no PC o valor foi maior com a aplicação de NovoGro[®] em relação à não aplicação. Ausência de variação com uso do NovoGro[®] nas três épocas coletadas no PD, podem ser explicados pelo fato do solo sob PD possuir um maior poder tampão com isso este resiste mais a pequenas variações no pH (MEURER, 2006). Ainda, a não incorporação do resíduo determina um baixo contato da partícula do corretivo aplicado com o solo diminuindo a velocidade da reação. É provável ainda que o NovoGro[®] tenha adicionado elementos que possam apresentar reações ácidas, como nitrificação, o que pode ter afetado a elevação do pH na fase inicial.

Os valores encontrados para pH SMP no PD e no PC com e sem a aplicação apresentaram diferenças na média somente na última coleta de solo (Tabela 4), indicando a necessidade de um maior tempo para que as reações ocorram. Segundo Caíres *et al.* (2000) o tempo de reação do calcário aplicado pode variar em função das doses, adubação, tipo de solo, manejo de resíduos culturais, reatividade do corretivo e ainda da pluviosidade. Os mesmos autores observaram grande efeito da calagem superficial até 10 cm de profundidade somente após 12 meses sendo que a sua máxima reação ocorreu somente de 28 a 30 meses após a sua aplicação. Reação lenta com uso da NovoGro[®] não era esperada visto que a cal hidratada utilizada na sua neutralização pode reagir imediatamente com o solo (RAIJ, 1984).

TABELA 4 - VALORES MÉDIOS DO pH SMP E pH CaCl₂ DE AMBOS OS SISTEMAS DAS COLETAS 1, 2 E 3 NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20, 20-40, 40-60 cm, ARAUCÁRIA - PR.

pH CaCl ₂						
Profund.	COLETA 1		COLETA 2		COLETA 3	
	PC	PD	PC	PD	PC	PD
0 - 10	6,4	6,6 a	5,8 a	6,1 a	5,8 ab	6,3 a
10 - 20	5,7	6,0 b	5,4 ab	5,7 b	5,9 a	6,2 a
20 - 40	-	-	5,1 bc	5,2 c	5,6 b	5,4 b
40 - 60	-	-	5,1 c	4,9 d	5,0 c	5,2 b
COM	6,1	6,4	5,4	5,5	5,7 a	5,8
SEM	5,9	6,2	5,3	5,5	5,4 b	5,7
CV (%)	5	4	7	4	4	5
pH SMP						
Profund.	COLETA 1		COLETA 2		COLETA 3	
	PC	PD	PC	PD	PC	PD
0 - 10	6,8	6,9 a	6,7 a	6,7 a	6,6 a	6,9 a
10 - 20	6,5	6,6 b	6,4 b	6,3 b	6,6 ab	6,7 b
20 - 40	-	-	6,3 b	6,2 c	6,4 b	6,2 c
40 - 60	-	-	6,2 b	6,3 bc	6,2 c	6,3 c
COM	6,7	6,8	6,5	6,4	6,6 a	6,6 a
SEM	6,6	6,7	6,4	6,4	6,3 b	6,5 b
CV (%)	2	2	3	2	3	2

Ausência de letras não diferiu estatisticamente, letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A quantidade de corretivo adicionada em 50 m³ de resíduos líquidos é pequena, visto que Cavallet *et al.* (2006) trabalhando também com água residuária da produção de enzimas relatou aumento do pH no tratamento com a maior dose aplicada, sendo esta mais de 6 vezes superior (320 Mg ha⁻¹). Ainda, Freitas *et al.* (2004) observou que os valores de pH permaneceram praticamente inalterados com a adição de águas residuárias de suinocultura, mesmo na maior dose que foi a aplicação de uma lamina de água residuária de 2 mm.

3.3.2 Al e (H + Al)

Para o Al e o (H + Al) também não foi verificada interação entre profundidade de coleta e aplicação do NovoGro[®].

O teor de Al foi maior na profundidade de 40-60 cm para as coletas avaliadas, com exceção do PD na última coleta (Tabela 4). Não foi observada diferença entre

tratamentos em nenhum dos sistemas e épocas avaliadas, observando valores baixos. Corroborando com resultados aqui obtidos, Caíres *et al.* (1999) aplicando doses superiores a 2 Mg ha⁻¹ de calcário em PD observou redução do Al em camadas até 10 cm de profundidades, porém somente após um ano da aplicação.

Assim como para os pHs foi constatado para o (H + Al) que ambos os sistemas de plantio mostraram diferenças após a aplicação do NovoGro[®] apenas na última coleta de solo no PC, porém no caso do (H + Al) ocorreu uma diminuição (Tabela 5) o que era esperado (MELLO *et al.*, 2003). Estes resultados indicam que as reações somente ocorreram após um ano da aplicação. Observou-se ainda um aumento da acidez potencial (H + Al) em profundidade, reafirmando a necessidade de mais tempo para as reações atingirem as camadas mais inferiores.

TABELA 5 - MÉDIAS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DE Al E (H + Al) NO PLANTIO DIRETO (PD) E PLANTIO CONVENCIONAL (PC) DAS COLETAS 1, 2 E 3 NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20, 20-40, 40-60, ARAUCÁRIA- PR- BR.

Al (cmol _c dm ⁻³)						
Profund.	COLETA 1		COLETA 2		COLETA 3	
	PC	PD	PC	PD	PC	PD
0 – 10	0	0	0,0 b	0,00 b	0,008 b	0,00
10 – 20	0	0	0,0 b	0,00 b	0,025 b	0,00
20 – 40	-	-	0,1 b	0,06 b	0,066 b	0,02
40 – 60	-	-	0,3 a	0,28 a	0,26 a	0,05
COM	0	0	0,07	0,11	0,05	0,008
SEM	0	0	0,14	0,07	0,13	0,033
CV (%)	0	0	197	183	197	408
H + Al (cmol _c dm ⁻³)						
Profund.	COLETA 1		COLETA 2		COLETA 3	
	PC	PD	PC	PD	PC	PD
0 – 10	2,7 b	2,5 b	3,1 b	2,9 c	3,1 b	2,6 c
10 – 20	3,4 a	3,2 a	3,7 a	3,9 b	3,3 b	3,0 b
20 – 40	-	-	4,0 a	4,4 a	3,8 b	4,3 a
40 – 60	-	-	4,2 a	4,0 ab	4,5 a	4,0 a
COM	3,0	2,8	3,6	3,8	3,4 b	3,3 b
SEM	3,0	3,0	3,9	3,8	3,6 a	4,0 a
CV (%)	16	14	16	10	12	16

Ausências de letras não diferem estatisticamente, letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Estudos prévios constataram decréscimo no valor da acidez potencial (H + Al) apenas quando do uso de 320 Mg ha⁻¹ de água residuária utilizada (CAVALETT *et al.*, 2006), muito acima da dose de 50 m³ utilizada neste experimento.

3.3.3 Ca e Mg

As concentrações encontradas para os elementos Ca e Mg no solo antes da aplicação do tratamento já eram altas segundo a COMISSÃO DE QUÍMICA FERTILIDADE DE SOLO-RS/SC (2004). Observou-se para todas as coletas quedas das concentrações em profundidade, indicando a baixa mobilidade no perfil destes elementos principalmente do Ca.

Foram aportados ao solo nos tratamentos com a aplicação do NovoGro[®] quantidades equivalentes de Ca e Mg de 850 e 533 kg ha⁻¹, respectivamente. Na primeira coleta no PC (Tabela 6) constatou-se interação entre profundidade e aplicação do NovoGro[®] o qual resultou na elevação no teor disponível de Ca e Mg na camada superficial de 0-10 cm.

TABELA 6 - VALORES MÉDIOS DA INTERAÇÃO NovoGro[®] E PROFUNDIDADE DAS ANÁLISES QUÍMICAS DO Ca E Mg NO PLANTIO CONVENCIONAL (PC) DA COLETA 1 NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20 cm, ARAUCÁRIA-PR- BR.

Profund.	COLETA 1					
	Ca (cmol _c dm ⁻³)			Mg (cmol _c dm ⁻³)		
	PC		MÉDIA	PC		MÉDIA
COM ¹	SEM ¹	COM ¹		SEM ¹		
0 - 10	5,5 aA	4,5 aB	5,0 a	2,7 aA	1,9 aB	2,3
10 - 20	3,5 aA	3,8 bA	3,6 b	1,7 aA	2,0 bA	1,8
MÉDIA	4,5	4,0		2,0	2,0	
CV (%)		16			25	

Letras iguais não diferem, letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade de erro.¹ Letras maiúsculas para linhas e minúsculas para colunas.

Na análise das médias (Tabela 7) não se observaram diferenças para o Ca em nenhuma das coletas realizadas. Já para o Mg, este apresentou diferença nas médias com valores superiores na segunda coleta no PC e terceira coleta no PD.

TABELA 7 - MÉDIAS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DO Ca E Mg NO PLANTIO DIRETO (PD) E PLANTIO CONVENCIONAL (PC) DAS COLETAS DE PC, 2 E 3 NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20, 20-40, 40-60 cm, ARAUCÁRIA - PR.

Ca (cmol _c dm ⁻³)						
Profund.	COLETA 1		COLETA 2		COLETA 3	
	PD	PC	PD	PC	PD	PC
0 - 10	6,1 a	4,2 a	5,7 a	4,0 a	6,1 a	
10 - 20	4,4 b	3,2 b	4,0 b	3,8 a	5,3 b	
20 - 40	-	2,3 c	2,2 c	3,0 b	2,5 c	
40 - 60	-	1,4 d	1,7 d	1,8 c	1,8 d	
COM	5,4	2,9	3,5	3,3	3,9	
SEM	5	2,6	3,4	3	4	
CV (%)	11	16	12	21	11	

Mg (cmol _c dm ⁻³)						
Profund.	COLETA 1		COLETA 2		COLETA 3	
	PD	PC	PD	PC	PD	PC
0 - 10	3,1 a	1,6 a	2,4 a	1,7 a	2,7 a	
10 - 20	2,8 b	1,3 ab	2,0 b	1,6 a	2,3 b	
20 - 40	-	1,1 bc	1,3 c	1,3 b	1,2 c	
40 - 60	-	0,8 c	1,0 d	0,7 c	0,9 d	
COM	3,1	1,3	1,8 a	1,5 a	1,7	
SEM	2,8	1,2	1,6 b	1,3 b	1,8	
CV (%)	12	21	16	18	12	

Ausências de letras não diferem estatisticamente, letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Estas diferenças são provavelmente devido aos aportes de nutrientes ocasionados pela aplicação do NovoGro[®]. Os resultados sobre Ca e Mg, sugerem que em doses maiores o NovoGro[®] provavelmente pode atuar na elevação dos teores disponíveis no solo.

Cavalett *et al.* (2006), nos tratamentos com água residuária da produção de enzimas não observaram aumentos do Ca, diferentemente para o Mg onde observou aumento em relação à testemunha, corroborando em partes com resultados encontrados neste trabalho. Segundo Drumond *et al.* (2003) a aplicação de água residuária de suinocultura por aspersão proporcionou aumentos nos teores de Ca e Mg no solo.

3.3.4 P

Assim como para o Ca e Mg, o P no solo já apresentava concentrações altas principalmente no PC (Tabela 8) segundo a COMISSÃO DE QUÍMICA FERTILIDADE DE SOLO-RS/SC (2004). As quantidades aplicadas ao solo de P pelo NovoGro[®] foram de aproximadamente 220 kg ha⁻¹ de P sendo que estas doses são consideradas altas para as culturas, mesmo em solos com baixos teores de P.

O acúmulo de P nas camadas mais superficiais, principalmente no PD, ocorre pela sua baixa mobilidade no perfil. Sá (1999) relata ainda a acumulação gradual do P em superfície no PD principalmente nos primeiros 10 cm de profundidade, corroborando com resultados encontrados neste trabalho.

Observou-se interação entre profundidade e aplicação do NovoGro[®] somente na terceira coleta (Tabela 8) no PD e na camada de 0-10 cm de profundidade.

TABELA 8 - RESULTADOS REFERENTES A ANÁLISES QUÍMICAS DO P NO PLANTIO DIRETO (PD) DA COLETA 3 NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20, 20-40 E 40-60 cm, ARAUCÁRIA- PR.

Profund.	COLETA 2		
	P (mg dm ⁻³)		
	PD		
	COM	SEM	MÉDIA
0 - 10	17 aA	11 aB	14 a
10 - 20	5 bA	6 bA	5 b
20 - 40	2 bA	1 bcA	2 c
40 - 60	1 bA	0,6 cA	0,7 c
MÉDIA	7	5	
CV (%)		58	

Ausências de letras não diferem, letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade de erro.¹ Letras maiúsculas para linhas e minúsculas para colunas.

Os resultados observados para P nas análises das médias (Tabela 9) no PC só indicaram diferenças na última coleta, onde se observaram valores superiores nos tratamentos com a aplicação do NovoGro[®]. Já para o PD as diferenças nas análises das médias apareceram na 1 e 3 coleta indicando aumento de sua concentração nos tratamentos que receberam a aplicação do NovoGro[®].

O aumento na disponibilidade devido à aplicação do NovoGro® pode em parte também ser explicado pelo uso do sistema de plantio direto que com o não revolvimento do solo diminui os pontos de adsorção, além das reações de mineralização com liberação lenta do P orgânico sendo este menos suscetível a adsorção pelos colóides do solo, indicando um maior aumento do P, principalmente em superfície no PD (Sá 1999).

TABELA 9 - MÉDIAS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DO P NO PLANTIO DIRETO (PD) E PLANTIO CONVENCIONAL (PC) DAS COLETAS DE PC, 2, 3 E 4 NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm, ARAUCÁRIA - PR.

Profund	COLETA 1		COLETA 2		COLETA 3	
	PC	PD	PC	PC	PD	
0 - 10	35 a	16 a	30 a	30 a	15 a	
10 - 20	18 b	7 b	12 b	24 a	10 b	
20 - 40	-	-	5 bc	10 b	1 c	
40 - 60	-	-	1 c	4 b	0,7 c	
COM	30	15 a	13	20 a	7 a	
SEM	22	9 b	10	13 b	6 b	
CV (%)	42	42	61	41	33	

Ausências de letras não diferem estatisticamente, letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Corroborando com resultados obtidos, Cavalett *et al.* (2006), ao aplicar doses acima de 160 Mg ha⁻¹ de água residuária da produção de enzimas, verificou uma melhor disponibilidade do elemento P no solo. Freitas *et al.* (2004) observou aumentos dos níveis de P no solo com a aplicação de águas residuárias de suinocultura, indicando ser uma fonte rica nesse nutriente.

3.3.5 K

Não se verificou interação entre profundidade e aplicação do NovoGro® para o K, em nenhuma das coletas realizadas. Observou-se (Tabela 10) uma diferença nas concentrações do K em profundidade, indicando maiores concentrações na superfície

do solo, o que indica uma mobilidade restrita para o K no perfil, mesmo no PC. Anjos (1999) trabalhando com adubação orgânica não observou alta mobilidade do K no perfil do solo, corroborando com resultados encontrados neste trabalho.

Os resultados encontrados para o K (Tabela 10) no PC, não mostraram resultados entre os tratamentos em nenhuma das coletas realizadas, dado provavelmente as baixas doses aplicadas via NovoGro[®] (15 kg ha⁻¹). Para o PD o K aumentou no solo com a aplicação do NovoGro[®] (Tabela 10), na análise das médias, apenas na primeira coleta. Estas diferenças não eram esperadas visto as baixas doses aplicadas via tratamento. O potássio presente no NovoGro[®] é totalmente solúvel em água, conforme observaram Larsen, Funch, Hamilton (1992) por isso as diferenças só apareceram na primeira coleta. O fato de no PD a CTC ser maior (MEURER, 2006) pode promover uma melhor retenção do K no solo, principalmente em superfície, podendo explicar em partes esta diferença.

TABELA 10 - MÉDIAS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DO K NO PLANTIO DIRETO (PD) E PLANTIO CONVENCIONAL (PC) DAS COLETAS DE PC, 2 E 3 NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20, 20-40, 40-60 cm, ARAUCÁRIA - PR.

Profund.	COLETA 1		COLETA 2		COLETA 3	
	PC	PD	PC	PD	PC	PD
0 - 10	0,37 a	0,30 a	0,26 a	0,26 a	0,21 a	0,16 a
10 - 20	0,19 b	0,12 b	0,13 b	0,17 ab	0,14 b	0,09 b
20 - 40	-	-	0,15 b	0,20 ab	0,06 c	0,29 c
40 - 60	-	-	0,05 b	0,04 b	0,03 d	0,02 c
COM	0,29	0,23 a	0,17	0,16	0,12	0,07
SEM	0,27	0,19 b	0,13	0,17	0,11	0,09
CV (%)	10	22	61	110	20	28

Ausências de letras não diferem estatisticamente, letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Reforçando os resultados aqui obtidos, Cavallet *et al.* (2006) ao aplicar a água residuária não observou alteração nas concentrações de K no solo, nem mesmo na maior dose aplicada. Freitas *et al.* (2004) observou aumentos dos níveis de K no solo com a aplicação de águas residuárias de suinocultura, aplicando quantidades equivalentes a uma lamina de água superior a 150 mm.

3.3.6 MO

Para a MO também não se observaram interação entre profundidade e aplicação do NovoGro® em nenhuma das coletas realizadas. Para o PC observou-se que mesmo com a incorporação dos restos culturais na segunda coleta mostrou diferenças em profundidades (Tabela 11) entre as camadas 0-10 e 10-20 cm. Este dado é provavelmente explicado por uma má incorporação dos restos culturais pois nas outras coletas esta diferença só apareceu em camadas mais profundas (20-40 e 40-60 cm) onde não houve revolvimento. Diferentemente do PC no PD verificam-se quedas maiores nos teores de MO em profundidade, sendo explicado pelo fato do solo não ser revolvido causando então o acúmulo de material orgânico em superfície, já relatado por diversos autores (SILVA *et al.*, 2004; PANDOLFO, VEIGA, CERETTA. 2002; SANTOS *et al.*, 2003).

TABELA 11 - MÉDIAS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DA MO NO PLANTIO DIRETO (PD) E PLANTIO CONVENCIONAL (PC) DAS COLETAS DE PC, 2, 3 E 4 NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20, 20-40, 40-60, SEGUIDAS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA, ARAUCÁRIA - PR.

Profund.	COLETA 1		COLETA 2		COLETA 3	
	MO (g dm ⁻³)					
	PC	PD	PC	PD	PC	PD
0 - 10	24 a	28	18 a	20 a	20 a	29 a
10 - 20	18 b	25	14 ab	19 a	19 a	24 b
20 - 40	-	-	12 bc	15 b	15 b	16 c
40 - 60	-	-	9 c	11 c	11c	10 d
COM	20	29 a	16	16	16	19 b
SEM	22	25 b	16	17	17	21 a
CV (%)	27	14	15	12	7	7

Ausências de letras não diferem estatisticamente, letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Os resultados referentes à MO no PC (Tabela 11) indicaram não haver diferenças entre tratamentos, dado provavelmente pela incorporação da MO neste tipo de sistema. Para o PD observaram-se diferenças nas concentrações nas coletas 1 e 3, sendo maiores na primeira e menores na segunda coleta, com a aplicação do

NovoGro[®], sendo que na terceira apresentou valores bastante próximos entre os tratamentos, e só ocorrendo na última coleta. Efeito direto do uso do NovoGro[®] sobre o teor de matéria orgânica não era esperado visto as pequenas quantidades adicionadas.

Cavallete *et al.* (2006) observou quedas nos teores de MO durante seu trabalho com água residuária da produção de enzimas, atribuindo a estas quedas a biodegradação da MO pelos microrganismos e tratos culturais realizados. Ceretta *et al.* (2003), com aplicação de dejetos líquidos de suínos constataram que houve um aumento no teor de carbono apenas na camada de 0 a 2,5 cm.

3.3.7 V%

O PC apresentou interação entre profundidade e aplicação do NovoGro[®] no PC e na primeira coleta (Tabela 12) mostrando resultados semelhantes ao Mg, onde se constataram diferenças na 1ª coleta na camada mais superficial.

TABELA 12 - VALORES MÉDIOS DE V% NO PLANTIO CONVENCIONAL (PC) DA COLETA 1 NAS PROFUNDIDADES DE 0-10 E 10-20 cm, ARAUCÁRIA - PR.

Profund.	COLETA 1		
	PC		V %
	COM	SEM	MÉDIA
0 - 10	77 aA	70 aB	73 a
10 - 20	60 bA	65 aA	62 b
MÉDIA	68	67	
CV (%)		7	

Letras iguais não diferem, letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade de erro. Letras maiúsculas para colunas e minúsculas para linha.

Nas 3 coletas e em ambos os sistemas de plantio observaram-se tanto no tratamento com a aplicação como no tratamento sem aplicação um decréscimo nos valores em profundidade, isto é devido provavelmente ao observado principalmente para o Ca e Mg (Tabela 7), onde se observaram decréscimos em profundidade destes nutrientes.

Saturação por bases (V%) (Tabela 13) não foi alterada pela aplicação do NovoGro[®] no PD. Já para o PC mostrou resultados semelhantes ao Mg, onde se constataram diferenças na 1^ª coleta na camada mais superficial e na 3^ª coleta na análise de médias, estes resultados foram provavelmente influenciados pelos aumentos de Ca e Mg observados anteriormente.

TABELA 13 - VALORES MÉDIOS DE V% NO PLANTIO DIRETO (PD) E PLANTIO CONVENCIONAL (PC) DAS COLETAS 1, 2 E 3 NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20, 20-40, 40-60 cm, ARAUCÁRIA - PR.

Profund.	COLETA 1		COLETA 2		COLETA 3	
	V%					
	PC	PD	PC	PD	PC	PD
0 - 10	73 a	79 a	66 a	74 a	65 a	77 a
10 - 20	62 b	69 b	55 b	61 b	64 a	72 b
20 - 40	-	-	46 c	45 c	53 b	46 c
40 - 60	-	-	36 d	40 d	36 c	41 d
COM	68	76	53	56	58 a	59
SEM	67	73	49	55	51 b	59
CV (%)	7	4	11	8	12	5

Ausências de letras não diferem estatisticamente, letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Segundo Cavallet *et al.* (2006) utilizando água residuária da produção de enzimas a saturação por bases (V%) no solo, ao final do experimento, aumentou, em razão dos tratamentos, sendo que todos os tratamentos tiveram porcentagens acima da testemunha, indicando que as causas foram relacionadas aos aportes de cálcio e magnésio ao solo.

3.3.8 Micronutrientes disponível (B, Zn, Cu, Mn e Fe)

Não houve interação entre profundidade e aplicação do NovoGro[®] para nenhum dos micronutrientes avaliados. Assim como todos os nutrientes avaliados o B também já apresentava níveis altos no solo segundo a COMISSÃO DE QUÍMICA FERTILIDADE DE SOLO-RS/SC (2004). Os valores encontrados (Tabela 14) para este nutriente foram

bastante variados, indicando ainda poucas variações no perfil, dado provavelmente a uma alta mobilidade no solo. Trabalhando com diferentes doses de boro (ROVEDA *et al.*, 2006), constataram uma rápida perda do elemento por lixiviação, confirmando sua uma alta mobilidade no solo. Alterações nos teores de B no solo dado pelo uso de resíduo também foi constatado por Oliveira (2006) ao aplicar água residuária da suinocultura, observou aumentos nas concentrações de B no solo com poucas diferenças nas profundidades observadas (0-10, 10-20 e 20-40 cm).

TABELA 14 - MÉDIAS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DO B NO PLANTIO DIRETO (PD) E PLANTIO CONVENCIONAL (PC) DAS COLETAS 1, 2 E 3 NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20, 20-40, 40-60, ARAUCÁRIA - PR.

Profund.	COLETA 1		COLETA 2		COLETA 3	
	PC	PD	B (mg dm ⁻³)		PC	PD
0 - 10	0,18	0,30	0,55	0,46	0,72 a	0,55
10 - 20	0,17	0,17	0,50	0,45	0,60 ab	0,48
20 - 40	-	-	0,48	0,44	0,54 b	0,57
40 - 60	-	-	0,46	0,42	0,50 b	0,36
COM	0,16	0,29	0,50	0,44	0,56	0,43 b
SEM	0,19	0,17	0,50	0,44	0,62	0,55 a
CV (%)	67	52	17	19	25	41

Ausências de letras não diferem estatisticamente, letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A aplicação do NovoGro[®] influenciou o teor de B apenas na terceira coleta e no PD, quando este foi maior no tratamento que não recebeu a aplicação do NovoGro[®], este resultado pode estar ligado ao fato do NovoGro[®] possuir um alto pH (12,5) podendo ocasionar um aumento momentâneo do pH do solo causando um decréscimo na disponibilidade de B (MOTTA *et al.*, 2007). O baixo efeito pode estar relacionado às baixas quantidades aplicadas de B via NovoGro[®] ao solo (321 g ha⁻¹).

Assim como os demais nutrientes até aqui apresentados, os micronutrientes Zn, Cu, Mn e Fe já se apresentavam em níveis médios a altos no solo avaliado segundo a COMISSÃO DE QUÍMICA FERTILIDADE DE SOLO-RS/SC (2004).

Observaram-se poucas variações no perfil do Zn e Cu no solo, o qual mostraram valores próximos entre as profundidades, o que pode indicar uma incorporação em profundidade com uso de arado ou subsoladores ou mesmo a lixiviação no perfil ao

longo de décadas de uso do solo. Já para o Mn, este se apresentou com mobilidade mais restrita em profundidade sendo os valores mais altos na camada mais superior. Para os micronutrientes Zn e Mn não foram observadas diferenças estatísticas com a aplicação do NovoGro[®] (Tabela 15) entre os tratamentos, isto provavelmente devido às baixas doses aplicadas do produto e conseqüentemente dos micronutrientes (Zn - 464 g ha⁻¹, Mn - 1,02 kg ha⁻¹).

TABELA 15 - MÉDIAS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DO Zn, Cu E Mn NO PLANTIO DIRETO (PD) E PLANTIO CONVENCIONAL (PC) DA COLETA 1 DE SOLO NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20 cm, ARAUCÁRIA - PR.

Profund.	Zn (mg dm ⁻³)		Mn (mg dm ⁻³)		Cu (mg dm ⁻³)		Fe (mg dm ⁻³)	
	PC	PD	PC	PD	PC	PD	PC	PD
0 - 10	11	6	69 a	42	2	0,9	78	94
10 - 20	7	8	52 b	32	1	1	90	102
MÉDIA COM	8	6	57	42	1	1,3 a	81	116 a
MÉDIA SEM	9	8	64	33	2	0,8 b	86	80 b
CV (%)	56	44	22	32	21	32	19	35

Ausência de letras não diferem estatisticamente, letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Já o Cu e o Fe foram influenciados pelos tratamentos no PD com aumentos nas concentrações nos tratamentos que receberam o NovoGro[®], o que não era esperado, visto as baixas quantidades aplicadas 185 e 6850 g ha⁻¹ para o Cu e Fe, respectivamente.

Segundo Freitas *et al.* (2004) os níveis de Cu e Zn no solo aumentaram com a aplicação de águas residuárias de suinocultura, por se tratar de fonte rica nesses nutrientes, já os níveis de Fe não mostraram diferença nos tratamentos.

3.3.9 Condutividade elétrica

Os resultados das coletas de solo mostraram uma baixa variação em profundidade, o que se pode concluir que os sais possuem uma alta mobilidade no perfil do solo, não se acumulando na superfície em condições de precipitações normais para a região em estudos.

Interações entre profundidade e aplicação do NovoGro® foram constatadas nas coletas 2 no PD e 3 no PC (Tabela 16). Para o PC foram constatados aumentos nas camadas da 0-10 e 20-40 cm. Para o PD constatou-se aumentos nas camadas de 0-10 e 10-20 cm.

TABELA 16 - MÉDIAS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA NO PLANTIO DIRETO (PD) E PLANTIO CONVENCIONAL (PC) DAS COLETAS DE SOLO 2 E 3 NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20, 20-40, 40-60 cm, ARAUCÁRIA- PR.

Profun.	Us cm ⁻¹					
	COLETA 2 PD			COLETA 3 PC		
	COM	SEM	MÉDIA	COM	SEM	MÉDIA
0 - 10	186 aA	103 aB	144	177 aA	159 aB	168 a
10 - 20	91 bcA	86 abA	88	161 bA	154 aB	158 b
20 - 40	106 bA	65 abB	85	139 cA	137 bA	138 c
40 - 60	53 cA	38 bA	46	134 cA	130 bA	132 d
MÉDIA	109 a	73 b		153 a	145 b	
CV (%)		49			4	

Letras iguais não diferem, letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade de erro. Letras maiúsculas para linha e minúsculas para coluna.

A condutividade elétrica apresentou aumentos na análise de médias em ambos os sistemas e coletas (Tabelas 16 e 17), com exceção do PD na terceira coleta.

TABELA 17 - MEDIAS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA NO PLANTIO DIRETO (PD) E PLANTIO CONVENCIONAL (PC) DAS COLETAS 2 E 3 NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20, 20-40, 40-60 cm, ARAUCÁRIA- PR.

Profund.	μS cm ⁻¹			
	COLETA 1		COLETA 2	COLETA 3
	PC	PD	PC	PD
0 -10	156	147	85	205 a
10 - 20	146	159	80	166 b
20 - 40	-	-	85	143 c
40 - 60	-	-	82	125 d
COM	179 a	185 a	92 a	162
SEM	123 b	121 b	75 b	158
CV (%)	23	34	22	9

Ausência de letras não diferem estatisticamente, letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Estes resultados indicam que as quantidades de sais contidas no NovoGro® foram suficientes para promover um aumento no teor de elementos solúveis na solução do solo, influenciando a condutividade elétrica.

Os dados encontrados para condutividade elétrica apresentaram uma grande variação entre as épocas, podendo estar ligadas às condições climáticas principalmente a precipitação e concentração de sais. Estes aumentos estão ligados à formação de sais no solo principalmente de cloretos, sulfatos, nitratos, carbonatos e bicarbonatos, que são bastante solúveis no solo (MEURER, 2004). O NovoGro® apresenta concentrações de Cl, Na e K que são de grande importância no aumento da condutividade elétrica. Os elementos Na, Cl e K são citados como os principais responsáveis pelo aumento da condutividade elétrica em solos (JOSAN *et al.*, 2005; CHANG, SOMMERFELDT e ENTZ, 1990). Mesmo apresentando aumento na condutividade elétrica, estes valores ficam bem abaixo do considerado restritivo as plantas que é de $2000 \mu\text{S cm}^{-1}$. Os valores encontrados estão próximos aos encontrados por Barcellos (2005) em adubação com dejetos da suinocultura.

3.4 CONCLUSÕES

- Foram verificados pequenos aumentos nos pHs do solo e diminuição do (H + Al) após a aplicação do NovoGro[®], indicando a necessidade de doses mais elevadas para um efeito expressivo na mudança da acidez.
- Os teores de Ca e Mg disponíveis tiveram pequenas alterações com a aplicação do NovoGro[®] com aumentos em suas concentrações.
- O P apresentou aumento em resposta a aplicação do NovoGro[®].
- O K apresentou pequenas diferenças com a aplicação do NovoGro[®] apenas no PD na primeira coleta.
- A MO respondeu de maneiras diferentes com a aplicação do NovoGro[®].
- O V% apresentou respostas apenas do PC com a aplicação do NovoGro[®].
- Os micronutrientes B, Cu e Fe apresentaram pequenos aumentos nas suas concentrações após a aplicação do NovoGro[®] porém apenas no PD.
- Observou-se aumentos na condutividade elétrica dos solos após a aplicação do NovoGro[®] em ambos os sistemas.
- Os componentes da fertilidade variaram em função da profundidade de coleta de amostras sendo maiores para Ca, Mg, P, K e Mo e menores para Al e H + Al.
- Para os micronutrientes o B e o Mn apresentarão variações em profundidades.
- A aplicação de NovoGro[®] não influenciou os teores de Al no solo.

4. CAPITULO II – APLICAÇÃO DE RESÍDUO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS (NovoGro®) NA PRODUÇÃO DE CULTURAS - ARAUCÁRIA - PARANÁ

4.1 INTRODUÇÃO

Suprimentos através da adubação química e ou através de resíduos como os biossólidos ou outros resíduos industriais, pressupõem melhores crescimentos e produção de matéria seca e de grãos, conseqüentemente teores foliares adequados promovendo maior ciclagem de nutriente através das plantas (NASCIMENTO *et al.*, 2004).

Como exemplo de resíduos tem-se a água residuária originada na área rural derivada da produção de suínos, sendo que a utilização agrícola desse tipo de água residuária surge como alternativa para o seu descarte, com o benefício da reciclagem de seus nutrientes para as culturas (GOMES FILHO *et al.*, 2001; FREITAS *et al.*, 2004). A utilização de água residuária da criação de suínos ou ainda da água provinda do tratamento de resíduo de curtumes (FERREIRA *et al.*, 2003), apresentaram efeitos positivos na produção de milho e aveia.

Ao estudar o efeito da utilização de água residuária da indústria de enzimas na agricultura Cavallet *et al.* (1993, 2003) em experimentos de campo, observaram melhoria da fertilidade do solo, que se refletiu em aumentos na produtividade do milho e maior suprimento de N às plantas.

Durigon *et al.* (2002) em um estudo com aplicação de dejetos de suínos em pastagem natural no Rio Grande do Sul constataram que houve maior produção de matéria seca na pastagem em todas as estações do ano com a aplicação do dejetos líquido de suínos. Nesse trabalho a dose de 20 m³ ha⁻¹ proporcionou aumentos de 109% na produção de matéria seca ao final de 48 meses, já com a dose de 40 m³ ha⁻¹ houve acréscimos de 155%.

Chateaubriand (1988) verificou que a aplicação de água residuária de suinocultura por meio de sistema de irrigação por sulcos propiciou produtividade de até 8.766 kg ha⁻¹ de milho, alcançada com dosagem de 149 m³ ha⁻¹, produtividade cerca de 40% superior à obtida com a testemunha. A aplicação de águas residuárias de

suinocultura também aumentou a altura de plantas em 19% e o peso de espigas em 65%, comparativamente à testemunha.

O NovoGro[®] é um substrato da fermentação microbiana oriundo da fabricação de enzimas e inativado com cal hidratada, assim este resíduo tem em sua constituição macro e micronutrientes que podem ser fornecidos as plantas, melhorando a sua produtividade e estado nutricional.

Diante do exposto busca-se a avaliação da aplicação do produto em Cambissolos cultivados em diferentes sistemas de plantio, verificando sua influência na produção e estado nutricionais de diferentes culturas.

4.2 METODOLOGIA ESPECIFICA

4.2.1 Implantação das culturas

As áreas foram cultivadas com feijão, seguida de cobertura de inverno e milho. O feijão (*Phaseolus vulgaris*) foi semeado 27/02/2005 com espaçamento 0,5 m entre linha e 12 plantas por metro linear. Foram utilizados duas cultivares, IPR Graúna para PC e IPR Chopim para PD. O feijão foi adubado na semeadura com uso de 270 kg ha⁻¹ do formulado 08-20-20.

Após colheita do feijão, em maio, foi revolvido o solo sob o sistema convencional, com uso de arado de disco. Em 13/07/2005, foi realizada a semeadura de aveia preta (*Avena strigosa*), cultivar crioula, semeada com semeadora, utilizando cerca de 175 kg ha⁻¹.

Diferente do sistema convencional no sistema de plantio direto, sementes de aveia consorciada com nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) foram aplicadas a lanço em superfície no solo não revolvido e incorporadas com grade leve, no mês de junho, com dose de 120 kg ha⁻¹ de semente de aveia e aproximadamente 5 kg ha⁻¹ de nabo.

O milho (*Zea mays* L.) foi semeado no dia 12/11/2005, utilizando-se a cultivar Pioneer 30F53, sobre a cobertura de inverno dessecada no PD e no PC após o preparo do solo, ambos sem adubação de semeadura e cobertura.

Todos os manejos adotados no preparo do solo, adubação, plantio e manejo das culturas foram realizados pelos produtores conforme recomendação dos técnicos da EMATER.

4.2.2 Avaliação das culturas

No feijão, em ambos os sistemas, foram avaliados a densidade populacional após três semanas do início da emergência, através da contagem do número de plantas em 2 m lineares na linha de plantio, em três pontos aleatórios, totalizando 6 m lineares por parcela. Para determinação da produção de matéria seca, foram coletado aleatoriamente nas parcelas um total de 12 plantas nos estágios V4, R5 e R8. No estágio R8 as plantas coletadas foram fracionadas em folha caule e vagem + grão. No

estágio R9 também coletou-se 12 plantas e após a coleta os grãos foram separados e avaliou-se a produtividade, na avaliação da produtividade o grão apresentou umidade de 12%. Após a avaliação da matéria seca dos diferentes estágios foram retiradas amostras de planta no estágio R5, R8 (caule, folha e vagem + grão) e R9, sendo estes encaminhados para análise química de tecido vegetal.

Para as avaliações da aveia foram coletadas amostras na fase de máximo crescimento vegetativo, sendo amostradas quatro áreas de 0,25 m² em cada parcela de ambos os sistemas de plantio, sendo estas aleatoriamente selecionadas. As plantas de cobertura foram cortadas à cerca de 5 cm do solo, para avaliação da matéria seca, após foi retirada uma amostra para realização de análise química de tecido vegetal.

Para as amostras tanto de feijão como da aveia encaminhadas para análise de tecido vegetal foram analisados o N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn e B, estes foram realizadas segundo metodologia descrita por TEDESCO *et al.* (1995). Com os resultados das produções e das análises químicas do grão e da matéria seca da aveia e aveia + nabo realizou ainda avaliações referentes às quantidades exportadas pelo grão e extraídas pelas culturas de inverno. Sendo que a exportação se refere às quantidades de nutrientes retiradas da área e extração apenas extraídas do solo sem que sejam retiradas da área.

Para o milho realizaram-se avaliações de número e peso de espigas e da produtividade. As amostras de espigas foram coletadas aleatoriamente dentro de cada parcela através das linhas de plantio, com quatro amostragens de 2,5m em cada parcela, totalizando 10m lineares dentro de cada parcela, em ambos os sistemas. Após foram contadas e pesadas e posteriormente realizou-se a debulha com debulhador mecânico para obtenção do grão e conseqüentemente depois de pesadas da produtividade.

A quantificação da matéria seca produzida tanto do feijão como da aveia, foram realizadas em balança eletrônica de precisão, pesando-se o material coletado após a secagem em estufa a 60°C até atingirem peso constante.

4.2.3 Análise estatística

Para as produções de matéria seca, grão e nutrientes de material vegetal foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso com 2 tratamentos e 6 repetições e as médias foram comparadas pelo teste T ao nível de 5% de probabilidade de erro.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Parâmetros produção de planta

Ausência de efeitos da aplicação do NovoGro® foram observados sobre os parâmetros avaliados no feijão em ambos sistemas de plantio, indicando com isso que o resíduo não apresenta compostos que comprometam o desenvolvimento das plantas (Tabelas 18 e 19). A ausência de efeito sobre os parâmetros avaliados indica que as condições de suprimento de nutrientes na fase inicial foram adequadas. Logo, suprimento extra de nutrientes que poderia provocar excesso de crescimento vegetativo e acamamento, não foi confirmado.

TABELA 18 - DENSIDADE POPULACIONAL E MATÉRIA SECA DE PLANTA DE FEIJÃO DAS CULTIVARES IPR GRAÚNA NO PLANTIO CONVENCIONAL (PC) E IPR CHOPIN NO PLANTIO DIRETO (PD) NOS ESTÁGIOS V4 E R5, ARAUCÁRIA - PR.

Áreas	Tratamento	Densidade populacional (Estágio V4) Plantas ha ⁻¹ x 1000	Matéria seca (Estágio V4) kg ha ⁻¹	Matéria seca (Estágio R5) kg ha ⁻¹
PC	Com	211	408	3.057
	Sem	226	447	3.608
CV (%)		11	12	12
PD	Com	270	465	3.333
	Sem	261	453	3.024
CV (%)		8	14	8

Resultados com ausência de letra não diferem estatisticamente pelo teste T ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A produtividade encontrada para o feijão em ambos os sistemas de plantio das cultivares IPR Graúna (PC) e IPR Chopin (PD) foram altas (Tabela 19), superando a média estadual (safra 04/05) que foi de 685 kg ha⁻¹ SEAB (2006), indicando que as condições de clima, manejo e a fertilidade foram adequadas. A ausência de resposta provavelmente esteja relacionada à alta fertilidade inicial do solo utilizado (Tabela 3), o qual apresentava teores de nutrientes em níveis médios a alto segundo a COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DE SOLO-RS/SC (2004). Além disso, foi utilizada

adubação mineral na cultura do feijão na semeadura, o que pode ter contribuído para a ausência de resposta.

TABELA 19 – MÉDIAS AVALIADAS NO FEIJÃO DAS CULTIVARES IPR GRAÚNA NO PLANTIO CONVENCIONAL (PC) E IPR CHOPIN NO PLANTIO DIRETO (PD), NOS ESTÁGIO R8, FRACIONADO EM PESO E NÚMERO DE VAGENS + GRÃO, PESO DE CAULE E FOLHA E PRODUTIVIDADE NO ESTÁGIO R9 EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DO NovoGro[®], ARAUCÁRIA - PR.

Áreas	Trata.	Vagens		Folha	Caule	Grão
		Valores por planta (Estágio R8)				Produção em kg ha ⁻¹ (Estágio R9)
		Número		Peso (em g)		
PC	Com	21,5	24,7	5,4	10,2	2.971
	Sem	23,4	26,4	5,1	11,8	3.022
CV(%)		17	29	11	15	12
PD	Com	22,2	30,6	5,8	10,1	3.028
	Sem	17,8	23,8	4,8	8,2	2.674
CV (%)		21	20	18	19	14

Resultados com ausência de letra não diferem estatisticamente pelo teste T ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Corroborando com os resultados obtidos, a ausência de respostas à adubação em solos com alta e média fertilidade já foram relatadas por Mallarino (1997), para a cultura do feijão. Trabalhando com solo de alta fertilidade, Barcellos (2005) em seus estudos, não verificou efeito da adubação orgânica (esterco líquido de bovino de leite) e mineral sobre a produtividade do feijão e soja, mas verificou efeito sobre a cultura de milho. Todavia, Assman *et al.* (2007) constatou que a cultura do feijão teve a produtividade máxima de grãos com a aplicação de 60 m³ ha⁻¹ de dejetos líquidos de suínos, tendo uma produção média de 3.076 kg ha⁻¹ de grãos, com um aumento de 97% no rendimento de grãos em relação aos tratamentos com ausência de aplicação.

Diferente da cultura do feijão, a cobertura de inverno, aveia preta (PC) e aveia preta + nabo (PD) foram afetadas significativamente (Tabela 20) pelo uso do NovoGro[®], com um aumento médio de ambos os sistemas de 1.06 Mg ha⁻¹, o que equivale a um aumento de mais de 39 % nas áreas que receberam o NovoGro[®].

Os resultados sugerem que parte dos nutrientes aplicados via NovoGro[®] ao solo tenha liberação lenta e/ou grande efeito residual (ROCHA, GONÇALVES, MOURA. 2004).

Deve-se considerar ainda que a aveia sendo uma gramínea, provavelmente foi mais afetada pela adubação do que a leguminosa (feijão) como mostrado por Pauletti (2006).

TABELA 20 - PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DA AVEIA PRETA NO PLANTIO CONVENCIONAL (PC) E AVEIA PRETA + NABO EM ÁREAS DE PLANTIO DIRETO (PD) EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DO NovoGro[®], ARAUCÁRIA - PR.

Área	Tratamento	kg ha ⁻¹
PC	Com	3.098 a
	Sem	2.132 b
CV (%)		21
PD	Com	4.064 a
	Sem	2.919 b
CV (%)		20

Ausências de letras não diferem estatisticamente, letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste T ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Efeito residual era esperado, visto que, as doses adicionadas à cultura do feijão foram em geral superiores as normalmente recomendadas para a cultura. O nitrogênio, o qual foi aplicado em maior quantidade através dos tratamentos que receberam o NovoGro[®] (325 kg ha⁻¹), tem sido o nutriente que tem maior efeito no crescimento da aveia, e o que freqüentemente mais limita a sua produção de fitomassa (DERPSCH, SIDIRAS, HEINZMANN. 1985). Embora seja um elemento de grande mobilidade, efeitos residuais de adubações minerais aplicadas em doses elevadas têm sido observados de uma cultura para outra (ASSMANN, 2002).

Ceretta *et al.* (2003) observaram incrementos na produção de massa seca de aveia preta de 128, 223 e 331%, no primeiro ano, e 43, 87 e 174% no segundo ano, respectivamente para doses de 20, 40 e 80 m³ ha⁻¹ com a utilização de esterco líquido de suínos. Já Barcellos (2005) não observou respostas da aveia preta adubada com esterco líquido de bovino de leite.

Os resultados observados são de grande importância, visto que, a aveia preta quando cultivada na região, na maioria das vezes não recebe adubação. Neste caso, a sua nutrição baseia-se na adubação residual da cultura econômica, sendo que este manejo pode limitar o seu desenvolvimento. Com maiores produtividades aumentam-se as vantagens do cultivo da aveia preta como cultura de cobertura, destacando-se a

redução da erosão e do escoamento superficial (DEBARBA e AMADO, 1997; BAYER e MIELNICZUK, 1997).

Assim como na cultura do feijão, no milho (Tabela 21) também não houve influência do NovoGro[®] sobre nenhum parâmetro avaliado. Como para o feijão a produtividade média do milho mesmo sem a adição do tratamento ultrapassou a produção média estadual que é de 5,1 Mg ha⁻¹ segundo SEAB (2006), mesmo sem adubação de semeadura, reafirmando as boas condições de fertilidade do solo onde foi instalado o experimento. Sendo assim o milho já não usufruiu o efeito residual da aplicação do NovoGro[®].

TABELA 21 - NÚMERO E PESO DE ESPIGAS E PRODUTIVIDADE DO MILHO, CULTIVAR PIONEER 30F53 SOB PLANTIO CONVENCIONAL (PC) E PLANTIO DIRETO (PD) EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DO NovoGro[®] ARAUCÁRIA - PR.

Área	Tratamento	Espigas ha ⁻¹	kg espiga ⁻¹	Produtividade (kg ha ⁻¹)
PC	Com	61.250	0,124	6.786
	Sem	62.916	0,123	6.991
CV%		8	23	27
PD	Com	53.750	0,111	5.188
	Sem	59.375	0,095	4.998
CV%		7	22	8

Resultados com ausência de letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Cavallet *et al.* (2006) ao aplicar água residuária da produção de enzimas observou aumentos significativos na produtividade da cultura do milho, porém é importante salientar que neste trabalho o milho foi semeado logo após a aplicação da água residuária. Chateaubriand (1988) verificou que a aplicação de água residuária de suinocultura, antes da semeadura do plantio do milho por meio de sistema de irrigação por sulcos, propiciou produtividade de até 8.766 kg ha⁻¹ de milho, alcançada com dosagem de 149 m³ ha⁻¹, produtividade cerca de 40% superior à obtida com a testemunha.

4.3.2 Análise química de tecido vegetal

Na análise da folha do feijão (Tabela 22) realizadas em amostras coletadas no estágio R8 em ambos os sistemas observaram-se apenas significância para o Mn no PC. Os teores de N, P, K, B, Zn e Cu encontram-se com valores médios ou próximos os valores considerados adequados para a cultura, já para o Ca e Mg observaram-se valores superiores aos encontrados na literatura, isto provavelmente devido à elevada fertilidade presente no solo (MALAVOLTA, VITTI, OLIVEIRA 1997).

TABELA 22 – MÉDIAS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DE MACRO E MICRONUTRIENTES DOS TECIDOS DE FOLHA DE AMOSTRAS COLETADAS DO FEIJÃO NO ESTÁGIO R8, DAS CULTIVARES IPR GRAÚNA NO PLANTIO CONVENCIONAL (PC) E IPR CHOPIN NO PLANTIO DIRETO (PD), E DA AVEIA PRETA (PC) E AVEIA PRETA + NABO FORRAGEIRO (PD), ARAUCÁRIA - PR.

Área	Tratam.	FOLHA									
		-----g kg ⁻¹ -----					-----mg kg ⁻¹ -----				
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Feijão (PC)	Com	31	3	22	41	11	527	95 b	27	8,3	33
	Sem	29	3	24	45	10	582	117 a	27	8,3	34
	cv (%)	10	13	11	10	25	28	12	16	14	15
Feijão (PD)	Com	27	3	15	47	14	629	90	25	9,2	27
	Sem	26	3	17	46	12	761	82	29	9,5	34
	cv (%)	10	20	25	4	18	31	14	10	10	12
Aveia (PC)	Com	22	3	35	5	2	67	81	23	5,5 b	5
	Sem	22	2	35	5	2	94	102	23	6,2 a	5
	cv (%)	9	13	6	14	8	26	25	17	6	34
Aveia + nabo (PD)	Com	15	2	27	5	3	65	65	20	4,3	6
	Sem	16	2	26	6	3	121	61	19	4,2	8
	cv (%)	12	16	15	14	12	102	18	5	12	26

Ausências de letras não diferem estatisticamente, letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Os teores foliares da aveia (Tabela 22) apenas o Cu no PC foi influenciado pelo resíduo sendo que os restantes não obtiveram variações embora tenham ocorrido aumentos significativos na produtividade da aveia. Os valores encontrados nas concentrações foliares para a aveia encontram-se dentro do considerado adequado para a cultura segundo dados citados por Pauletti (2004).

Os teores de Mn no feijão e o Cu na aveia ambos no PC apresentaram valores inferiores no tratamento que recebeu a aplicação, podendo estar ligado ao fato do NovoGro® possuir um alto pH (12,5) podendo ocasionar uma indisponibilidade momentânea no solo do Cu e Mn, pelo aumento do pH do solo em um curto espaço de tempo, conforme já discutido no capítulo I (MOTTA *et al.*, 2007; MARSCHNER, 1995). Decréscimos acentuados nos teores de Fe e Mn no milho com o uso de corretivos da acidez do solo foram observados por Martins et al. (2003).

Na análise química de planta (estágio R5) de feijão em ambos os sistemas (Tabela 23), constatou-se aumento significativos para o Mg.

TABELA 23 – MÉDIAS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DE MACRO E MICRONUTRIENTES DE TECIDO VEGETAL DO ESTÁGIO R5 DO CAULE, VAGEM + GRÃO E GRÃO DE AMOSTRAS COLETADAS DO FEIJÃO, DAS CULTIVARES IPR GRAÚNA NO PLANTIO CONVENCIONAL (PC) E IPR CHOPIN NO PLANTIO DIRETO (PD), ARAUCÁRIA - PR.

Área	Tratam.	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹				
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
PLANTA (Estágio R5)											
PC	Com	42	4	41	39	7,4 a	752 a	113	32	7,8	24 a
	Sem	43	4	41	39	6,3 b	580 b	136	37	7,5	23 b
CV (%)		3	3	5	3	10	17	15	16	14	2
PD	Com	44	4	20	20	8,6 a	612	70	31	7,5	20
	Sem	42	4	19	19	7,6 b	635	83	31	8,0	20
CV (%)		3	3	7	6	6	12	29	16	13	6
VAGEM + GRÃO (Estágio R8)											
PC	Com	32	4	18	2	2,6	69	14	25	7,5	17
	Sem	29	4	18	2	2,4	64	15	27	7,3	19
CV (%)		11	5	8	29	7	11	14	12	15	12
PD	Com	27	4	17	3	3,0	69	15	24	8,7	15
	Sem	27	4	16	3	2,3	77	15	27	8,3	17
CV (%)		6	9	9	12	24	13	10	9	33	11
CAULE (Estágio R8)											
PC	Com	10	2	20	9	5,8	142	24	16	6,3	18
	Sem	9	2	18	8	4,9	141	29	18	5,3	17
CV (%)		18	17	17	7	13	65	28	27	17	7
PD	Com	9	1	14	9	7,1 a	140	29	15	10 a	16
	Sem	9	1	14	9	5,8 b	170	26	13	8 b	17
CV (%)		14	14	17	5	8	51	15	11	15	9

Ausências de letras não diferem estatisticamente, letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste T ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Os aumentos do Mg foram observados quando do uso do NovoGro[®], sendo que as concentrações verificadas foram semelhantes às obtidas por Cobra Netto, Acorsi, Malavolta (1971). Os aumentos de Mg obtidos na planta, refletem o aumento da disponibilidade deste nutriente ocorrido no solo. Verificaram-se ainda aumentos nas concentrações de B e Fe na planta (Estágio R5) no PC, sendo que o Fe apresentou aumentos mais expressivos. Já para a vagem não se verificaram diferenças entre tratamento em nenhum dos sistemas de plantio.

O caule apresentou diferenças no Mg e Cu no PD com pequenos aumentos nas concentrações no tratamento que recebeu aplicação do NovoGro[®]. Os valores obtidos neste trabalho, no caule para a cultura do feijoeiro foram semelhantes para Fe, Zn e Cu, e inferiores para N, P, K, Ca, Mg e Mn quando comparados ao obtido por Ramos Junior (2006) nas análises químicas de caule da cultivar Carioca precoce.

Para o grão, o K foi o nutriente que apresentou diferenças em ambos os sistemas com valores superiores nos tratamentos que receberam a aplicação do NovoGro[®], sendo que as variações foram pequenas assim como para o Zn no PD, que também apresentou diferenças porém pouca variação entre os valores.

Valores encontrados no grão para Mn mostraram diferença apenas no PD, onde o Mn apresentou valores superiores no tratamento onde não se realizou a aplicação do NovoGro[®]. Este resultado pode ser explicado pelo fato da biomassa possuir um alto pH (12,5) que pode ocasionar uma indisponibilidade momentânea no solo do Mn, pelo aumento do pH do solo (MOTTA *et al.*, 2007).

TABELA 24 – MÉDIAS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DE MACRO E MICRONUTRIENTES DO GRÃO DE AMOSTRAS COLETADAS DO FEIJÃO, DAS CULTIVARES IPR GRAÚNA NO PLANTIO CONVENCIONAL (PC) E IPR CHOPIN NO PLANTIO DIRETO (PD), ARAUCÁRIA - PR.

Área	Tratam.	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹				
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
PC	Com	37	5,1	15 a	1,0	1,9	142	14	30	11	17
	Sem	35	4,7	14 b	0,9	1,8	110	13	31	12	18
CV (%)		6	7	2	11	4	59	14	5	11	3
PD	Com	32	4,2	14 a	1,3	1,7	170	10 b	29 a	12	17
	Sem	32	4,1	13 b	1,4	1,7	345	13 a	30 b	11	16
CV (%)		5	6	2	12	6	46	15	3	6	8

Ausências de letras não diferem estatisticamente, letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste T ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Os resultados das análises de tecidos de plantas indicam variações aleatórias de um ou outro elemento, não havendo mudanças consistentes no teor dos nutrientes na planta, confirmando as pequenas alterações nas propriedades químicas do solo. Logo, o uso do NovoGro[®] proporcionou pequena alteração no estado nutricional das plantas, embora tenha afetado a produtividade da cultura de cobertura.

4.3.3 Exportação e extração de nutrientes pelo feijão e aveia

Na média das exportações pelo grão também não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos em nenhum dos sistemas (Tabela 25).

TABELA 25 – MÉDIA DOS RESULTADOS REFERENTES À EXTRAÇÃO TOTAL DE NUTRIENTES PELO GRÃO DE FEIJÃO IPR GRAÚNA NO PLANTIO CONVENCIONAL (PC) E IPR CHOPIN NO PLANTIO DIRETO (PD), ARAUCÁRIA - PR.

Área	Tratam.	GRÃO									
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
		-----kg ha ⁻¹ -----					-----g ha ⁻¹ -----				
PC	Com	110	15	46	3,0	6,0	441	40	90	34	51
	Sem	107	15	45	2,5	5,8	317	40	95	36	54
	CV (%)	17	19	11	21	16	65	14	15	21	14
PD	Com	97	13	42	4,0	5,0	519	30	87	36	51
	Sem	86	11	36	4,0	4,7	919	33	81	31	43
	CV (%)	11	15	15	19	18	48	12	16	11	20

Resultados com ausência de letra não diferem estatisticamente pelo teste T ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Para cada 1Mg de grãos produzidos foram exportados do solo na média de ambos os sistemas quantidades de 34, 4,6, 14,1, 2 e 1,75 kg ha⁻¹ de N, P, Ca, Mg respectivamente e para os micros de 192, 12, 30, 11 e de 17 g ha⁻¹ Fe, Mn, Zn, Cu e B respectivamente. Cobra Netto, Acorsi, Malavolta (1971) apontaram em uma produção de 1 Mg uma exportação pelo grão de 37, 22, 9,5, 4,4, 4,4 e 3,6 kg ha⁻¹ de N, K, S Ca Mg, e P respectivamente, corroborando com valores encontrado neste trabalho.

Segundo dados apresentados por Pauletti (2004) os valores exportados em cada 1 Mg produzido foram de 35,1, 4,4, 15, 3,4, 2,6 e 5,7 kg ha⁻¹ de N, P, K Ca, Mg respectivamente e para os micros de 86,7, 9,9, 31,6, 13,3 e 17,7 g ha⁻¹ de Fe, Cu, Zn, B e Mn respectivamente.

Para a cultura da aveia (Tabela 26) observou-se que com a aplicação do NovoGro[®] todos os macronutrientes e ainda para o Zn e Cu em ambos os sistemas avaliados apresentaram valores maiores, já para o Mn apenas no PC, foram encontrados valores superiores no tratamento que recebeu a aplicação do NovoGro[®], esta diferença esta ligada ao fato da aveia e aveia + nabo apresentarem produtividades superiores nos tratamentos com a aplicação, sendo assim maiores quantidades de nutrientes foram extraídas pelas culturas. Já para o Fe e o B em ambos os sistemas, e ainda o Mn no PC, apesar de os resultados mostrarem uma tendência a um aumento estes não foram significativos.

TABELA 26 – QUANTIDADES TOTAIS DE NUTRIENTES EXTRAÍDOS PELA AVEIA + NABO NO PLANTIO DIRETO (PD) E AVEIA NO PLANTIO CONVENCIONAL (PC), ARAUCÁRIA - PR.

Are.	Trat.	-----kg ha ⁻¹ -----					-----g ha ⁻¹ -----				
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
PC	Com	67 a	8,4 a	108 a	15 a	7,1 a	210	250	71 a	17 a	15
	Sem	44 b	4,9 b	74 b	11 b	4,7 b	201	219	48 b	13 b	9
	CV (%)	9	12	6	16	9	24	47	16	7	41
PD	Com	60 a	8,9 a	110 a	21 a	10,6 a	265	264 a	79 a	17 a	22
	Sem	47 b	6,4 b	77 b	17 b	7,9 b	351	178 b	55 b	12 b	21
	CV (%)	10	16	15	13	12	91	22	7	12	22

Ausências de letras não diferem estatisticamente, letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste T ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A quantidade extraída pela cultura da aveia preta para cada 1 Mg produzido de matéria seca foi de 17,5, 2,3, 30, 5,2 e 2,4 em kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca e Mg respectivamente, já para os micros foi de 83, 74, 20, 5 e de 5,4 g ha⁻¹ de Fe, Mn, Zn, Cu e B respectivamente. Pauletti (2004) cita valores para as quantidades extraídas pela aveia semelhantes as encontrados neste trabalho.

Segundo Primavesi, Primavesi, Godoy. (1999) ao testar dois tipos de aveia (São Carlos e UPF) observou no primeiro corte realizado valores próximos de extração aos encontrados neste trabalho.

Os resultados indicam que além de proporcionar uma melhor proteção do solo no inverno dado ao aumento na produtividade, constatou-se uma maior ciclagem de nutrientes, sendo assim menores são as perdas por lixiviação principalmente do N, K e

B, proporcionando um melhor reaproveitamento dos nutrientes aplicados na cultura econômica.

4.4 CONCLUSÃO

- A aplicação do NovoGro[®] não influenciou a produtividade do feijão e do milho, mas aumentou a produção de matéria seca na cultura de inverno, mostrando ter um efeito residual de 4 meses.

- A aplicação do NovoGro[®] aumentou com mais frequência o teor de Mg no estágio R5 do feijão.

- A exportação de nutrientes pelo feijoeiro não foi afetada pela aplicação do NovoGro[®], enquanto que a exportação de todos os nutrientes, com exceção do Fe, Mn e B na aveia preta e de Fe e B no consórcio aveia preta + nabo, foi maior com a aplicação do NovoGro[®].

5. REFERENCIAS

ANJOS, A. R. **Lixiviação de espécies químicas em latossolo sucessivamente tratados com biossólido e disponibilidade de metais pesados para plantas de milho.** 191 p. Tese (Doutorado em Agronomia) ESALQ.Piracicaba, 1999.

ASSMMANN, A.L. **Adubação nitrogenada de forrageiras de estação fria em presença e ausência de trevo branco, na produção animal em área de integração lavoura pecuária.** 122 p. Tese (Doutorado em Agronomia - Produção Vegetal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2002.

ASSMANN, A. L., ASSMANN, T. S., ASSMANN, J. M., BIGOLIN, P. E., MIYAZAWA, M., LAÉRCIO SARTOR, L., ASSMANN, P. A. Utilização de Dejetos Líquidos de Suínos como Fonte de Adubação para Culturas de Feijão e Soja sob Sistema de Plantio Direto. In. XXXI Congresso Brasileiro de Ciências do solo. **Resumos...** Gramado RS, 2007.

BARCELLOS, M. **Adubação orgânica e mineral na produção de culturas em rotação sob plantio direto e nas propriedades químicas do solo da região dos campos gerais do Paraná.** 86p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciências do solo), Setor de Ciências Agrárias, UFPR. Curitiba, 2005.

BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas. v. 21, n. 1, p. 105-112, 1997.

CAIRES, E. F., BANZATTO, D. A.; FONSECA, A. F. Calagem na superfície em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas. v. 24, n. 1, p. 161-169, 2000.

CAIRES, E. F.; FONSECA, A. E.; MENDES, J.; CHUEIRI, W. A.; MADRUGA, E. F. Produção de milho, trigo e soja em função das alterações das características químicas do solo pela aplicação de calcário e gesso na superfície, em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 315-327, 1999.

CAVALLET, L. E; LUCCHESI, L. A. C; MORAES, A; SHIMIDT, E; PERONDI, M. A; FONSECA, R. A. Melhoria da fertilidade do solo decorrentes da adição de água residuária da indústria de enzimas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 3, pg. 724–729, 2006.

CAVALLET, L. E.; LUCCHESI L. A. C.; MORAES A. DE; SCHIMIDT FILHO E. Água residuária da indústria de enzimas incorporada em Podzólico Vermelho-Amarelo e produtividade de batata. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 29, 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Viçosa: SBCS, 2003. CD-Rom.

CAVALLET, L. E., MORAES, A.; SOUZA, M. L. P.; LUCCHESI, L. A. C.; PERONDI, M.; SCHMIDT FILHO, E. Produção de *Phaseolus vulgaris* cultivado em solo fertilizado com

água residuária de indústria de enzimas. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 24, 1993, Goiânia. **Resumos...** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. p.271-272.

CERETTA, C. A., DURIGON, R., BASSOS, C. J., BARCELLOS, L. A. R., VIEIRA, F. C. B. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suíno em pastagens naturais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 724-735, 2003.

CHANG, C.: SOMMERFELDT T. G. & ENTZ, T. Rates of soil chemical changes with eleven annual applications of cattle feedlot manure. **Can. J. Soil. Sci.** 70: 673 — 681, 1990.

CHATEAUBRIAND, A.D. **Efeito de dejetos de suínos, aplicados em irrigação por sulco, na cultura do milho (*Zea mays L.*)**. 61p. Dissertação (Mestrado), UFV, Viçosa, 1988.

COBRA NETTO, A., ACORSI, W.R., MALAVOLTA, E. Estudos sobre a nutrição mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*, var. Roxinho). **Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"**, v.28, p. 257-274, 1971

COMISSÃO DE QUÍMICA FERTILIDADE DE SOLO-RS/SC. **Recomendações de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciências do solo. Ed. Porto Alegre, 400 pg 2004.

DEBARBA, L. & AMADO, T.J.C. Desenvolvimento de sistemas de produção de milho no Sul do Brasil com características de sustentabilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 473-480, 1997.

DERPSCH, R.; SIDIRAS, N. & HEINZMANN, F.X. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n 7, p. 761-773, 1985.

DRUMOND L. C. D. **Aplicação de água residuária de suinocultura por aspersão em malha**: desempenho hidráulico do sistema e produção de capim Tifton 85. 120p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 2003.

DURIGON, R.; CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; BARCELLOS, L.A.R.; PAVINATO, P.S. Produção de forragem em pastagem natural com o uso de esterco líquido de suíno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.22, n.6, p.983-992, 2002.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed. Ver. E atual. RJ 1997.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1999. 412p

FERREIRA, A. S.; CAMARGO, F. A. O; TEDESCO, M. J.; BISSANI, C. A. Alterações de atributos químicos e biológicos de solo e rendimento de milho e soja pela utilização de resíduos de curtume e carbonífero. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.27, n. 4, p.755-763, 2003.

FREITAS, W. DA S.; OLIVEIRA, R. A. DE; PINTO F. A.; CECON, P. R.; GALVÃO, J. C. C. Efeito da aplicação de águas residuárias de suinocultura sobre a produção do milho para silagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.1, p.120-125, 2004.

GOMES FILHO, R. R.; MATOS, A. T.; SILVA, D. D.; MARTINEZ, H. E. P. Remoção de carga orgânica e produtividade da aveia em cultivo hidropônico com águas residuárias da suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.1, p.131-134, 2001.

IAPAR. **CARTAS CLIMÁTICAS DO ESTADO DO PARANÁ**. Ed. 2000. Disponível em:[http://iapar.br/Sma/Cartas_Climaticas /Cartas_Climaticas.htm](http://iapar.br/Sma/Cartas_Climaticas/Cartas_Climaticas.htm) Acessado em 23/04/2007.

JOSAN, M. S., NAIR, V. D., HARRIS, W. G. & HERRERA, D. Associated release of magnesium and phosphorus from active and abandoned dairy soils. **J. Environ. Qual.**, v. 34: p. 184-191, 2005.

KONRAD, E. E. & CASTILHOS, D. D. Alterações químicas do solo e crescimento do milho decorrentes da adição de lodo de curtume. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. Campinas, v. 26, n. 1, p. 257-265, 2002.

LARSEN, A. B.; FUNCH, F. H.; HAMILTON A. H. The use of fermentation sludge as a fertilizer in agriculture. **Water Science Technology**, London, v.24, p.33-42, 1992.

MALLARINO, A.P. Manejo de fósforo e potásio y starters para maiz y soya en siembra directa. In: CONGRESSO NACIONAL DE AAPRESID, 5., Mar del Plata, 1997. **Conferências**. s. l. : s. ed., 1997. p.11-19.

MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Associação Brasileira de Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997, 319p.

MANTOVANI, J. R.; CORRÊA, M. C. M.; CRUZ, M. C.C.; FERREIRA, M. E.; NATALE, W. Uso Fertilizante de Resíduo da Indústria Processadora de Goiabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 2, p. 339-342, 2004.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher PLants**. 2ed. San Diego: Academic Press, 1995.889p.

MARTINS, A. L. C., BATAGLIA, O. C., CAMARGO, O. A., CANTARELLA, H. Produção de grãos e absorção de Cu, Fe, Mn, e Zn pelo milho em solos adubados com lodo de esgoto, com e sem calcário. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 563-574, 2003.

MELLO, J. C. A., VILLAS BÔAS, R. L., LIMA, E. V., CRUSCIOL, C. A. C. & BÛLL, L. T. Alteração dos atributos químicos de um latossolo distroférico decorrentes da granulometria e doses de calcário em sistemas plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 27, n. 3, pg. 553-561, 2003.

MEURER, E.J., **Fundamentos de química do solo**. 3ª Edição Editor Evangraf. Porto Alegre 2006. 285 pg.

MOTTA, A. C. V., MONTE SERRAT, B., REISMANN, C.B., DIONISIO, J. A. **Micronutrientes na Rocha, solo e na planta**. 1º Edição Curitiba: Edição do Autor 2007. V.1. 246 pg.

NASCIMENTO, C. W. A.; BARROS, D. A. S.; MELO, E. E. C.; OLIVEIRA, A. B. Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 28, n. 2, pg. 385-392, 2004.

OLIVEIRA, W. **Uso de água residuária da suinocultura em pastagens da *Brachiaria Decumbens* e Grama Estrela *Cynodom Plesctostachyum***. 104 p. Dissertação (Mestrado). Escola superior de Agronomia Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

OLIVEIRA, F.C. Metais pesados em formas nitrogenadas em solos tratados com lodo de esgoto. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 52, n.2, p.360-367, 1995.

PANDOLFO, C. M., VEIGA, M., CERETTA, C. A. Alterações em características químicas do solo com aplicação de fontes de nutrientes, em cinco sistemas de manejo (ano 6). Fertibio: XXV Reunião Brasileira de Fertilidade do solo e Nutrição de Plantas. **Resumo Expandido**. 2002.

PAULETTI, V. **Nutrientes: teores e interpretações**. 2. Ed. Castro: Autor, 2004. v. 1, 86 p.

PAULETTI, V. Rendimento de soja, milho e feijão com estratégias de aplicação de adubo mineral, no sistema plantio direto. 96 p. **Tese** (Doutorado em Agronomia - Produção vegetal). Setor de Ciências Agrárias, UFPR, Curitiba, 2006.

PERIN, E. CERETA, C. A., & KLAMT, E. Tempo de uso agrícola e propriedades químicas de dois latossolos do planalto médio do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 27, p. 665-674, 2003.

PRIMAVESI, A. C., PRIMAVESI, O. & GODOY, R. Extração de nutrientes e eficiência nutricional de cultivares de aveia, em relação ao nitrogênio e à intensidades de corte. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, vol.56, no.3, p.613-620, 1999.

RAIJ, B. V. O cálcio como nutriente para as culturas. In: Seminários P, Ca, Mg, e micronutrientes. Situação e perspectiva na agricultura, 1984, **Anais....** Manah S/A. p 96.

RAMOS, A. A. **Mobilidade de nutrientes e produtividade do milho em função da calagem, gessagem e adubação mineral e orgânica**. 46 p, Dissertação (Mestrado) Lavras: UFLA, 1996.

RAMOS JUNIOR, E. U. **Níveis de fósforo e épocas de semeadura na extração de nutrientes do cultivar de feijão carioca precoce**. 134 p. Tese (Doutorado em Agricultura) Campus de Botucatu, Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp, 2006.

ROCHA, G. N.; GONÇALVES, J. L. M.; MOURA, I. M.; Mudanças da fertilidade do solo e crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com biossólido. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, vol.28, n.4, p. 623-639. 2004.

ROVEDA, L. F., MOTTA, A. C. V., BLOOD, R. R. Y., SERRAT, B. M. Qualidade e produtividade em pessegueiro e estabelecimento do trevo branco como cobertura, influenciados pela aplicação de boro. **Scientia Agraria**, Curitiba v.7, n.1-2, p.75-82, 2006.

SÁ, J. C. de M, Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: SIQUEIRA, J. O; MOREIRA, F. M. S; LOPES, A. S, GUILHERME, L. R. G., FAQUIM, V., FURTIN NETO, A .E. E CARVALHO, J. G. (eds). **Interrelação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Lavras: SBCS, 1999. p. 267-319.

SANTOS, H. P.: FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. & SPERA, S. T. Efeito de sistemas de produção mistos sob plantio direto sobre a fertilidade do solo após oito anos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 545-552. 2003.

SEAB/DERAL. **Grãos, algodão e outras culturas – PR - Evolução da área colhida e da produção obtida** – Disponível em <<http://pr.gov.br/seab/deral/epcpr.xls>> Acessado em: Fevereiro de 2007.

SILVA, F. C.: **Manual de Análises Químicas de Solo, Planta e Fertilizante**. Brasília, DF, Embrapa Solos, 1999. pg 175-222.

SILVA, F. de A. S. e. & AZEVEDO, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n.1, p. 71-78, 2002.

SILVA, J.; SILVA, P. S. L.; OLIVEIRA, M. & SILVA, K. M. B. Efeito de esterco bovino sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v.22, n.2, abr.-jun., 2004.

TEDESCO, M. J., GIANELLO, C., BISSANI, C. A., BHENEN, H. & VOLKWEISS, S. **Análise de solo, planta e outros materiais**. 2 ed. Porto Alegre: UFRGS/Departamento de solos, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).