



34º Congresso Anual de Celulose e Papel
34th Annual Pulp and Paper Meeting
22 a 25 de Outubro de 2001 / October 22nd – 25th, 2001

Efeitos do resíduo de celulose incorporado ao solo no desenvolvimento das plantas de milho (*Zea mays*) e feijão (*Phaseolus vulgaris*)

Effects of cellulose residue incorporated in soil at maize (*Zea mays*) and bean (*Phaseolus vulgaris*) development

Alexandre Sylvio Vieira da Costa
José Márcio O. Ribeiro
Eduardo Rezende Galvão
Ivana Cristina Lovo
Marle José F. Júnior
(Universidade Vale do Rio Doce)



Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel
Rua Ximbó, 165 – Acimação CEP 04108-040 - São Paulo / SP – Brasil
Fone: (11) 5574-0166 - Fax: (11) 5571-6485 / 5549-1844 E-mail: expo@abtcp.com.br

EFEITOS DO RESÍDUO DE CELULOSE INCORPORADO AO SOLO NO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS DE MILHO (*Zea mays*) E FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris*)

Alexandre Sylvio Vieira da Costa, José Márcio O. Ribeiro, Eduardo Rezende Galvão, Ivana Cristina Lovo e Marle José F. Júnior (Universidade Vale do Rio Doce - Governador Valadares – Brasil)

RESUMO

Os resíduos de celulose atuam no solo melhorando as suas condições químicas e físicas. Em relação aos resíduos industriais de papel reciclado, a principal preocupação está na grande quantidade de resíduos sólidos produzidos e na presença de metais pesados. Muitos com o zinco e o cobre são essenciais aos microrganismos e plantas, mas devido as suas características, podem se tornar extremamente tóxicos quando presentes em elevadas concentrações no solo ou substratos orgânicos em decomposição. O objetivo do projeto foi avaliar os efeitos no solo do resíduo de papel reciclável da fábrica de papel Santher no desenvolvimento das plantas de feijão e milho. O resíduo de celulose foi incorporado ao solo de forma isolada ou combinado com esterco. Os vasos utilizados eram de 500cm³ e as plantas foram avaliadas aos 40 dias após a germinação através da matéria seca da parte aérea e das raízes. Constatou-se que com o aumento da quantidade de resíduo de celulose incorporado ao solo, as plantas apresentaram uma queda significativa na produção de matéria seca, principalmente na cultura do milho. Ao combinar o resíduo de celulose com o esterco, estes efeitos negativos se mostraram menos evidentes na cultura do feijão, não diferindo significativamente. Outros estudos estão sendo desenvolvidos de modo a se caracterizar o potencial de utilização do resíduo de celulose na agricultura.

Palavras-Chave: Celulose, agricultura, resíduos.

ABSTRACT

The cellulose residues act in the soil improving their chemical and physical terms. Regarding the industrial residues of recycled paper, the main preoccupation is in the great quantity of solid residues produced and in the presence of weighed metals. Many like the zinc and the copper are essential to

microrganismos and plants, but due her characteristics, can become extremely toxic when present in elevated concentrations in the soil or organic matter in decomposition. The goal of the project was to evaluate the effects in the soil of the paper residue of the paper factory Santher in the development of the bean and corn. The cellulose residue was incorporated in the soil of isolated form or blended with manure. The used vases had 500cm³ and the plants were evaluated at 40 days after the germination through the drought matter of the aerial part and of the roots. It verified that with the increase of the cellulose residue quantity incorporated to the soil, the plants showed a significant fall in the drought matter production, mostly in the culture of the corn. When blended the cellulose residue with the manure, these negative effects showed less evident in the culture of the bean, not differing significantly. Other studies are being developed to characterize the potential utilization of the cellulose residue in the agriculture.

Key Words: Cellulose, agriculture, residues.

INTRODUÇÃO

A matéria orgânica do solo é originada de restos vegetais e animais. Toda a matéria orgânica morta é substrato para uma série de organismos do solo que a decompõem, convertendo vários elementos da forma orgânica para a forma inorgânica, processo denominado de mineralização. Uma parte destes nutrientes mineralizados são absorvidos pelas plantas e outra parte mobilizada pelos microrganismos que passa a fazer parte da sua constituição (CORREIA, 1986).

Nos materiais orgânicos vegetais predominam a celulose, lignina, proteínas, aminoácidos e outros constituintes menores que sofrem várias transformações bioquímicas devido os microrganismos e suas enzimas. A intensidade com que os resíduos orgânicos são consumidos pela microbiota depende das condições químicas e ambientais. Os resíduos ricos em lignina e compostos aromáticos são de difícil decomposição, diferente dos compostos que possuem elevada quantidade de carboidratos solúveis que são facilmente decompostos no solo (SIQUEIRA e FRANCO, 1988).

Os microrganismos dos solos se encontram em populações mistas, muito heterogêneas podendo ocorrer entre estas espécies microbianas associações favoráveis como a simbiose e as desfavoráveis como as interações antagônicas.

Os microambientes que se desenvolvem no solo e que favorecem o desenvolvimento de grupos específicos de microrganismos variam de acordo com os diversos fatores como a concentração de solutos, variação de temperatura, umidade, pH, salinidade, raízes das plantas, concentração de húmus, dentre outros.

Os microrganismos do solo são utilizados também para avaliar os efeitos dos diferentes materiais no processo do solo. A atividade e a dinâmica da comunidade microbiana do solo está ligada as propriedades químicas, físicas e biológicas do seu habitat (DOMSCH, 1980). BROOKES (1995), determinou as características microbianas que são proporcionadas no solo pela adição de materiais das mais diversas origens. O primeiro processo avalia a ação de toda a atividade microbiana, o segundo determina o tamanho da população microbiana no nível de um único

organismo e o terceiro correlaciona a atividade no solo com a sua comunidade predominante. Diversas variáveis são avaliadas de modo a se obter informações mais precisas sobre as interferências ocasionadas no ambiente pelos diferentes tipos de materiais orgânicos incorporados no solo (DOMSCH, 1980; DOMSCH et al, 1983). Os principais são a liberação de CO₂; biomassa de carbono; atividade enzimática; contagem de microrganismos fixadores de nitrogênio e mineralização de nitrogênio (BROOKES, 1995).

A deposição de metais pesados no solo é de grande importância para a ecologia microbiana. Muitos como o zinco, cobre e ferro são essenciais aos microrganismos, mas devido as suas características podem se tornar extremamente tóxicos quando presentes em elevadas concentrações no solo ou substratos orgânicos em decomposição.

Uma grande quantidade de compostos orgânicos está representada na fração orgânica lábil de todos os solos, incluindo a matéria orgânica solúvel em água. Em geral, a persistência destas substâncias no solo é inversamente relacionada ao tamanho da molécula e sua complexidade. Alguns biopolímeros naturais como a lignina, celulose, polifenóis e proteínas podem persistir durante anos nos solos devido a sua estrutura polimérica ou devido a estabilização química através da interação com outras substâncias como os complexos tanino-proteínas. Em muitos solos onde os processos biológicos não são limitados, a quantidade destas substâncias polimerizadas é semelhante ou menor porque cada complexo molecular, como a lignina, pode ser decomposta.

As pesquisas da constituição química da matéria orgânica em regiões temperadas ou tropicais podem apresentar valores bastante discrepantes. Entretanto, através das pesquisas podemos compreender os caminhos que envolvem o processo de decomposição da matéria orgânica os seus efeitos físicos no solo e a disponibilidade de nutrientes para as plantas. Um exemplo, são as ceras produzidas pelas plantas que são compostos de difícil decomposição e que apresentam o seu papel na formação de substâncias húmicas estáveis.

OBJETIVOS

O presente projeto tem por objetivo verificar os efeitos que o resíduo de papel reciclado da fábrica de celulose localizada na região de Governador Valadares promove no solo e no desenvolvimento das plantas de milho e feijão.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho será avaliado o desenvolvimento inicial das plantas de milho e feijão até o período máximo de 40 dias após a germinação. Serão utilizados recipientes de 500cm³ com 13 centímetros de altura e 7,0 centímetros de diâmetro médio. Os recipientes serão pintados de preto para evitar o crescimento de algas no seu interior e em seguida de prata para refletir os raios solares e evitar um aquecimento excessivo dos vasos. Serão utilizados nestes experimentos o milho (*Zea mays*) variedade AG1051 e o feijão (*Phaseolus vulgaris*) variedade Carioca.

Serão semeadas em cada vaso quatro sementes na profundidade aproximada de 3,0

centímetros e após a germinação será realizado um desbaste mantendo-se duas plantas por vaso. O solo coletado para este trabalho será um Podzólico vermelho amarelo eutrófico de textura média encontrado no Campus II da UNIVALE. O solo será secado à sombra e em seguida, peneirado em peneira de malha 4,0 milímetros. A adubação química será realizada de acordo com os resultados da análise do solo ou de acordo com o ensaio experimental.

A irrigação dos vasos será realizada com frequência variada, dependendo do estágio de crescimento das culturas e da temperatura ambiente. Todos os vasos receberão água uniformemente de modo a não interferir no processo de desenvolvimento das plantas.

Os trabalhos serão conduzidos em casa de vegetação e o delineamento experimental utilizado será o inteiramente casualizado.

O resíduo de celulose utilizado nos trabalhos experimentais são oriundos da fábrica de papel Santa Therezinha localizada em Governador Valadares. A matéria prima utilizada nesta indústria é o papel reciclável de revistas, livros, bancos, escritórios, etc. O resíduo será coletado, colocado para secar à sombra e em seguida será peneirado em peneiras de malha diferenciada em função do tipo de experimento a ser realizado.

Será realizado no resíduo a análise dos teores de carbono, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, micronutrientes e metais pesados, além da capacidade de retenção de umidade.

EXPERIMENTO 1

Neste primeiro experimento será avaliado o comportamento inicial das plantas de milho e feijão em solos incorporados com diferentes concentrações de resíduo de celulose. O resíduo será peneirado em peneiras de 4,0 milímetros de malha e incorporados nos solos dos vasos. As concentrações utilizadas serão de 1%; 4%; 7% e 10% de resíduo na relação peso/peso com o solo, além da utilização da testemunha (0%). Neste trabalho inicial o solo não será corrigido para se evitar a interferência dos compostos químicos dos adubos e corretivos.

O resíduo será misturado ao solo e colocado nos vasos de cada tratamento de modo a uniformizar a distribuição por todo o vaso. O experimento será conduzido com três repetições, duas culturas e cinco níveis de celulose em um total de trinta vasos e o delineamento experimental utilizado será o inteiramente casualizado. A coleta do experimento será realizada aos 40 dias após a germinação. A parte aérea das plantas será cortada próxima a região do colo e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C durante 72 horas até a obtenção de peso constante. A retirada das raízes será realizada deixando o solo submerso em água durante algumas horas para facilitar a retirada das raízes com o mínimo de perdas. Em seguida, as raízes serão lavadas e colocadas à sombra para uma secagem prévia e posteriormente, colocadas em estufa de ventilação forçada durante 72 horas. Será avaliado o peso seco da parte aérea e o peso seco das raízes das plantas de ambas as culturas.

Será realizada a análise de regressão polinomial dos dados de matéria seca de ambas as culturas e a comparação simples entre as médias analisadas pelo teste de Tukey.

EXPERIMENTO 2

Neste experimento serão avaliados os efeitos da incorporação de resíduos de celulose combinados com o esterco de gado e plantio imediato após a incorporação. O resíduo de celulose e o esterco serão secados a sombra e peneirados em peneira de malha de 4,0 milímetros. As misturas serão realizadas em diferentes concentrações de esterco/celulose: 0%/100%; 20%/80%; 40%/60%; 60%/40%; 80%/20% e 100%/0%, além da testemunha sem resíduo de celulose e esterco. As misturas serão incorporadas aos solos dos vasos na mesma concentração de 5% peso/peso com o solo. Neste trabalho o solo não será corrigido para evitar a interferência de adubos e corretivos.

A combinação do resíduo de celulose com esterco será incorporada nos vasos de cada tratamento de modo a uniformizar a distribuição do resíduo por todo o vaso. O experimento será conduzido com três repetições com duas culturas e seis combinações diferentes de resíduo de celulose e esterco além do tratamento apenas com solo (testemunha) em um total de 39 vasos com o delineamento experimental inteiramente casualizado. A semeadura será realizada imediatamente após a incorporação dos materiais no solo. A coleta do experimento será realizada 40 dias após a germinação. Será avaliado o peso seco da parte aérea e das raízes das plantas de ambas as culturas seguindo a mesma metodologia do experimento anterior.

Será realizada a análise de regressão polinomial dos dados de matéria seca de ambas as culturas, da parte aérea e das raízes, com exceção do peso seco dos nódulos. Será realizada também a comparação simples entre as médias das variáveis analisadas, incluindo o peso seco dos nódulos, pelo teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste primeiro experimento procurou-se observar os efeitos diretos dos resíduos sem qualquer tipo de tratamento no desenvolvimento inicial da parte aérea e das raízes de milho e feijão. No gráfico 1, observa-se que a simples presença do resíduo na menor concentração (1%) promoveu grandes quedas na produção de matéria seca da parte aérea do milho com as médias diferindo significativamente. A redução média na produção de matéria seca em relação a testemunha ficou em torno de 45%. Na concentração de 4% de resíduo no solo a queda em relação a testemunha foi de aproximadamente 90%. A partir desta concentração as produções de matéria seca se estabilizaram em valores extremamente baixos até a concentração de 10%. Na avaliação da matéria seca das raízes de milho (gráfico2), observou-se a mesma tendência de diminuição ocorrida na parte aérea, apesar da concentração de 1% de resíduo de celulose não promover diferenças significativas em relação à testemunha. Na concentração de 4% de resíduo de celulose a queda na produção de matéria seca atingiu valores próximos a 80% estabilizando neste patamar até a concentração de 10%.

Na cultura do feijão, os efeitos negativos do resíduo de celulose se manifestaram de forma menos intensa. No gráfico 3, avaliou-se o acúmulo de matéria seca na parte aérea do feijoeiro. Os resultados mostraram que mesmo não havendo diferenças significativas entre o tratamento com 1% de resíduo de celulose e a testemunha, foi constatado uma tendência da pequena concentração de celulose estimular o desenvolvimento do feijoeiro, apesar do gráfico de regressão apresentar queda

dos valores com o aumento da concentração de celulose. Na concentração de 4% de celulose a queda no desenvolvimento do feijoeiro estava próximo a 45% estabilizando próximo a este patamar até a concentração de 10% do resíduo. No gráfico 4, apesar da queda no acúmulo da matéria seca das raízes do feijão acontecer de forma mais intensa até a concentração de 4%, não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos, com exceção do tratamento com 7% de resíduo de celulose quando comparado a testemunha.

De um modo geral, tanto na cultura do milho quanto na do feijão a queda máxima na produção de matéria seca ocorreu na concentração próximo de 4% de resíduo de celulose incorporado ao solo estabilizando a partir deste valor. As quedas entre as concentrações de 0% e 4% ocorreram de forma mais intensa na cultura do milho e menos intensa na cultura do feijão. Estes efeitos se devem, provavelmente, à elevada relação Carbono/Nitrogênio do material que tende a afetar a concentração de nitrogênio disponível do solo. A redução foi menos intensa na cultura do feijão em função da eficiência do processo de fixação simbiótica de nitrogênio com bactérias do gênero rizobium. Esta associação supriu parte das necessidades da planta em nitrogênio diminuindo os efeitos da imobilização deste elemento no solo. Os efeitos da imobilização se tornaram mais evidentes neste experimento em função da semeadura do milho e do feijão ocorrer imediatamente após a incorporação dos resíduos no solo, período de aumento da atividade das bactérias imobilizadoras no solo. Os efeitos de metais pesados encontrados no resíduo estariam descartados em função dos seus níveis estarem abaixo dos limites máximos estipulados para os biossólidos utilizados na agricultura adotado pelo U.S. EPA dos Estados Unidos (Straus, 2000).

No segundo experimento em que o resíduo de celulose foi combinado com o esterco curtido, os resultados foram diferenciados em relação ao experimento anterior. No gráfico 5 a curva de regressão mostra que a substituição de 20% do esterco pela celulose praticamente não interferiu na produção de matéria seca da parte aérea do milho. A partir deste ponto a queda foi gradativa até a concentração de 100% de celulose, sem esterco. A análise do teste de médias mostra que o desenvolvimento das plantas de milho foi significativamente igual nas concentrações de 0%/100%, 20%/80% e 40%/60% de celulose/esterco, com quedas significativas nas demais concentrações. A queda no acúmulo de matéria seca da parte aérea do milho com o uso de 100% de celulose em relação ao uso de 100% de esterco foi próximo a 80%.

A tendência do acúmulo de matéria seca na raiz do milho (gráfico 6) foi semelhante ao encontrado no acúmulo de matéria seca da parte aérea. A substituição de até 40% do esterco de gado pelo resíduo de celulose não interferiu no desenvolvimento das plantas segundo o teste de médias. Observando o comportamento da curva de regressão, uma pequena concentração de celulose no esterco estimulou o desenvolvimento das plantas quando analisadas até os 35 dias após a germinação. A substituição total do esterco pelo resíduo de celulose no solo promoveu uma queda no acúmulo de matéria seca das raízes próxima a 40%, queda menor do que a observada na matéria seca da parte aérea.

Na avaliação das plantas de feijão os resultados apresentaram a mesma tendência observada no primeiro experimento em que os efeitos prejudiciais da celulose se mostraram menos intensos quando comparados a cultura do milho. No gráfico 7, no acúmulo de matéria seca da parte aérea do feijão, a curva de regressão se apresenta pouco acentuada, ocorrendo uma inclinação maior entre os tratamentos 60%/40% e 0%/100% esterco/celulose. Os resultados do teste de médias

mostram uma tendência semelhante em que a substituição de até 80% do esterco incorporado no solo pela celulose não interfere no desenvolvimento do feijão. Na avaliação da matéria seca da raiz do feijão observa-se que não foram obtidas diferenças significativas entre os tratamentos estudados constatando que o esterco combinado com o resíduo de celulose,, em qualquer concentração, não interfere no desenvolvimento das raízes do feijão. A curva de regressão apresenta resultados mais promissores, mostrando que a substituição de até 80% do esterco pelo resíduo de celulose promoveu um estímulo no desenvolvimento das raízes das plantas de feijão. Provavelmente, o esterco, que apresenta uma baixa relação C/N, quando misturado com o resíduo de celulose reduziu os efeitos negativos da alta relação C/N deste material, diminuindo o processo de imobilização promovido pelos microorganismos do solo e disponibilizando mais nitrogênio para as plantas.

O uso no solo do resíduo de celulose mostraram-se promissores em função da sua capacidade de retenção de água e da grande porosidade que pode equilibrar o solo em relação a sua macro e microporosidade, favorecendo o desenvolvimento das plantas. A principal limitação para o uso agrícola está na sua composição química, mais precisamente na relação carbono/nitrogênio e/ou na presença de metais pesados. Novos trabalhos estão sendo realizados de modo a caracterizar de forma mais precisa estas limitações.

CONCLUSÕES

Em função dos resultados obtidos nestes primeiros ensaios, podemos concluir que os efeitos prejudiciais do resíduo de celulose no desenvolvimento das culturas ocorrem de forma mais intensa na cultura do milho quando comparado ao feijão. Quando o resíduo é combinado com o esterco, os efeitos prejudiciais são reduzidos e até mesmo desaparecem. Estes efeitos negativos do resíduo de celulose se devem, provavelmente, a sua elevada relação C/N que inibe a absorção de nitrogênio pelas plantas em função da imobilização promovida pelos microorganismos do solo. O feijão sofre menos com esta imobilização por possuir um sistema próprio de captação de nitrogênio através do sistema de fixação biológica que ocorre em suas raízes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BROOKES, P. C. The use of microbial parameter in monitoring soil pollutions by heavy metals. *Biology and Fertility of Soils*. V.19, n.4, p.269-279, 1995.
- DOMSCH, K. H. Interpretation and evaluation of data. In: *Recommended Tests for Assessing the Side-Effects of Pesticides on the soil microflora*. Oxford: Weed Reseach Organization, 1980. p.6-8 (Technical Report no 59).
- DOMSCH, K. H.; JAGNOW, G.; ANDERSON, T. H. Ecological concept for the assessment of side-effects of agrochemical on soil micro-organisms. *Residue Reviews*. V.86, p.65-105, 1983.
- CONN, E. E.; STUMPF, P. K. *Introdução à bioquímica*. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1980. 525 p.

CORREIA, A. A. D. Bioquímica nos solos, nas pastagens e forragens. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1986. 791p.

SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A. Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas. Brasília: Ministério da Educação e Cultura, ABEAS; Lavras: ESAL, FAEPE, 1988. 236p.

Gráfico 1. Efeitos das diferentes concentrações de resíduo de celulose na produção de matéria seca da parte aérea das plantas de milho.

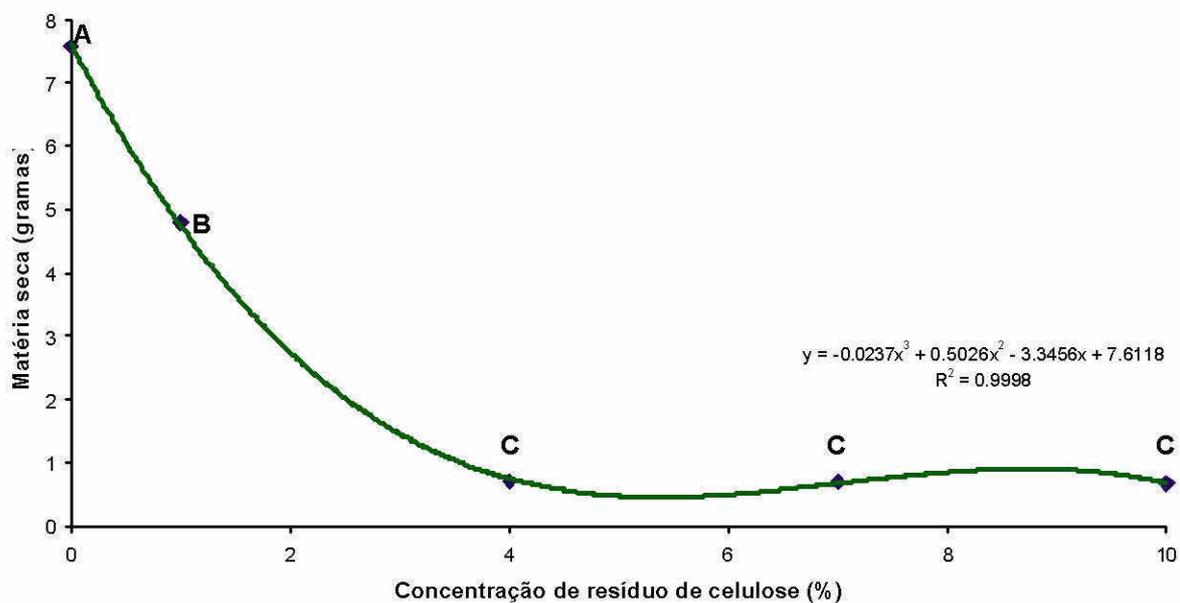


Gráfico 2. Efeitos das diferentes concentrações de resíduo de celulose na produção de matéria seca do sistema radicular das plantas de milho.

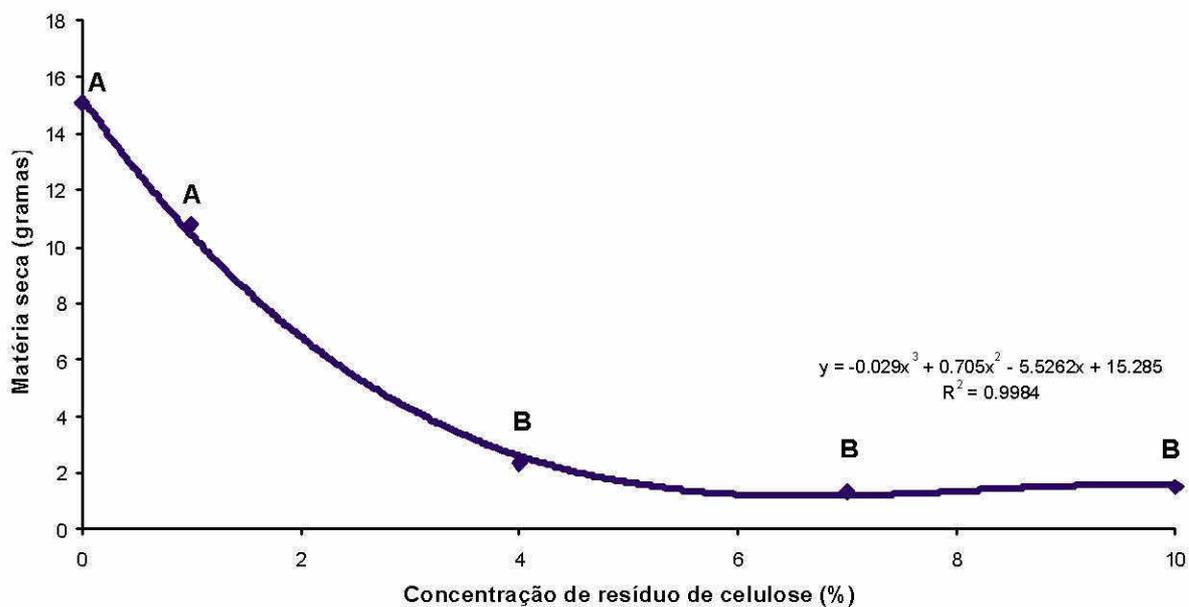


Gráfico 3. Efeitos das diferentes concentrações de resíduo de celulose na produção de matéria seca da parte aérea das plantas de feijão.

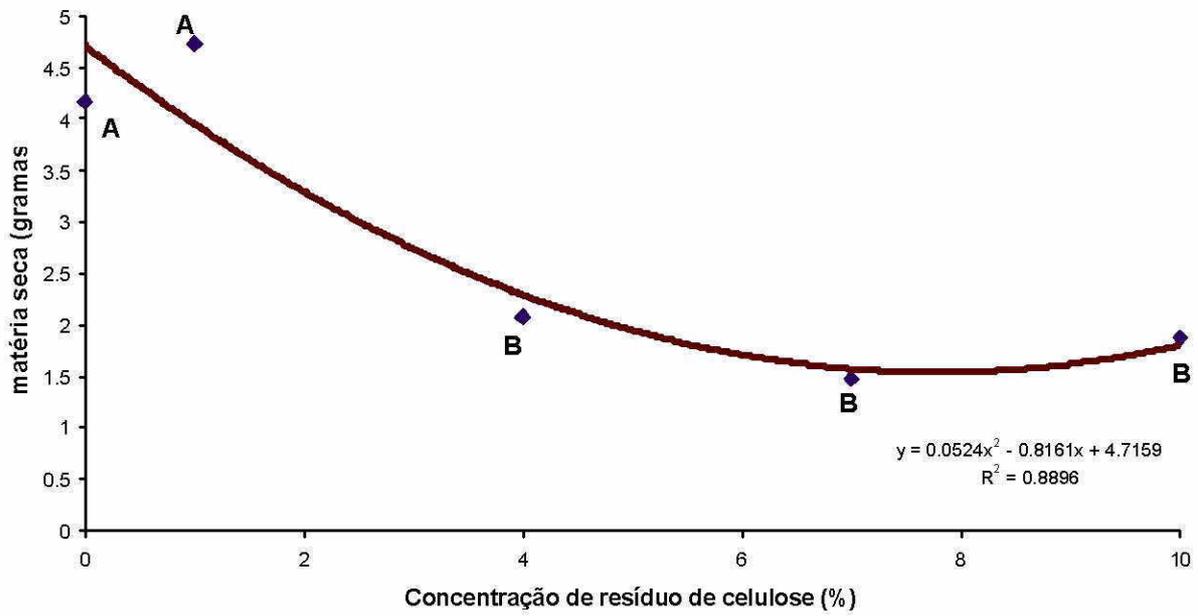


Gráfico 4. Efeitos das diferentes concentrações de resíduo de celulose na produção de matéria seca da raiz das plantas de feijão.

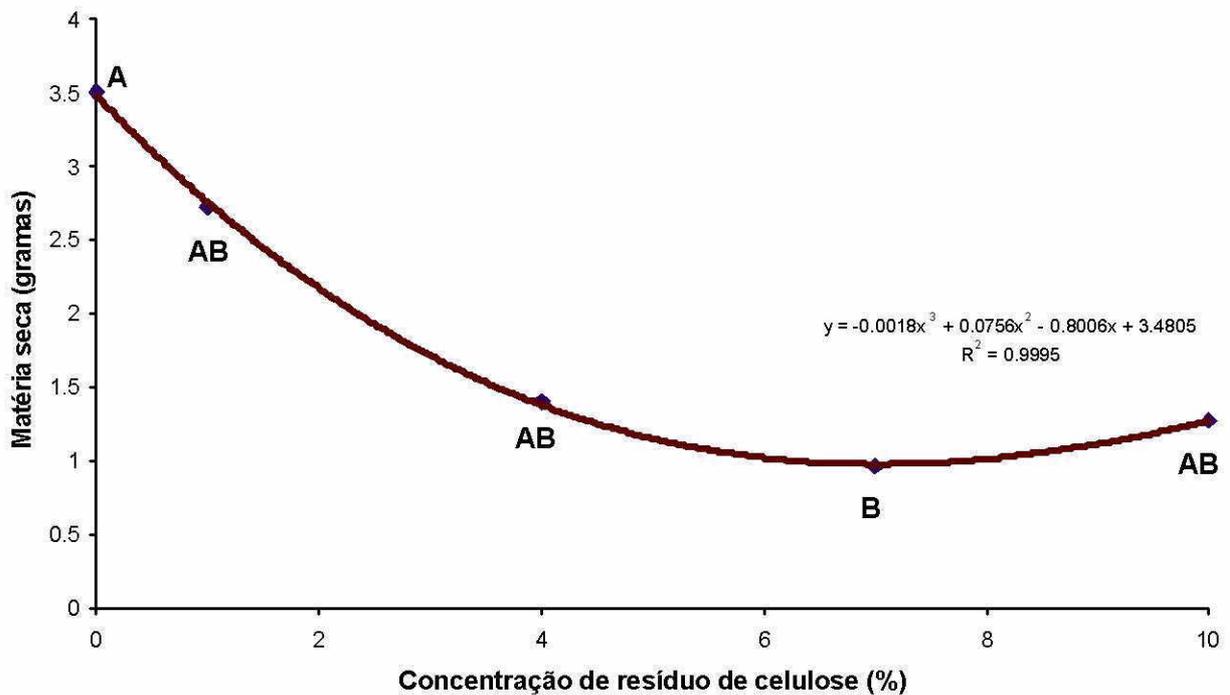


Gráfico 5. Efeitos das diferentes combinações entre resíduo de celulose e esterco na produção de matéria seca da parte aérea do milho.

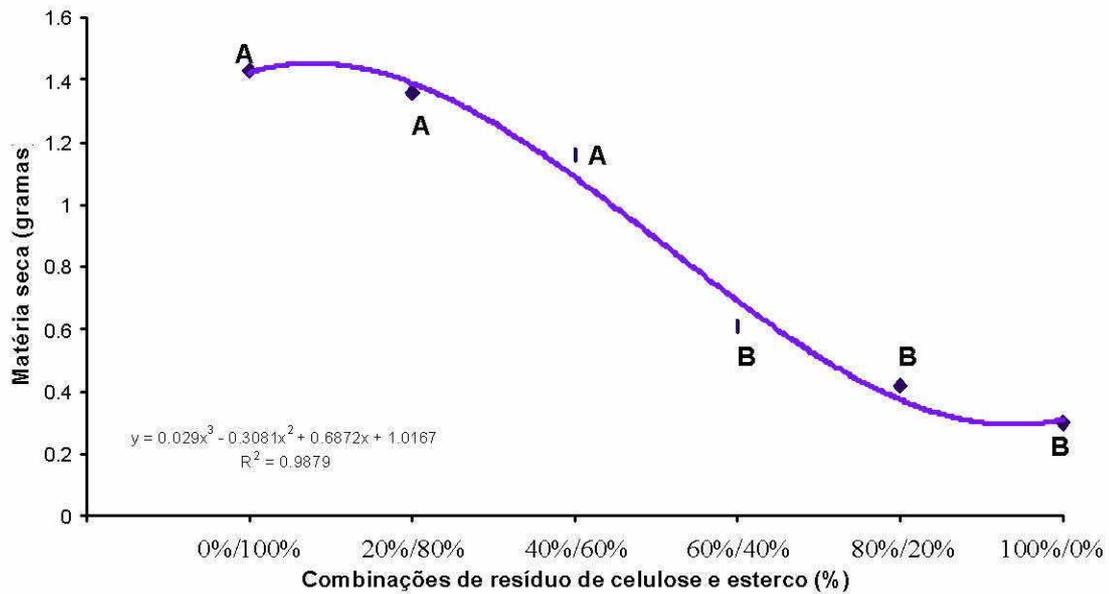


Gráfico 6. Efeitos das diferentes combinações entre resíduo de celulose e esterco na produção de matéria seca da raiz de milho.

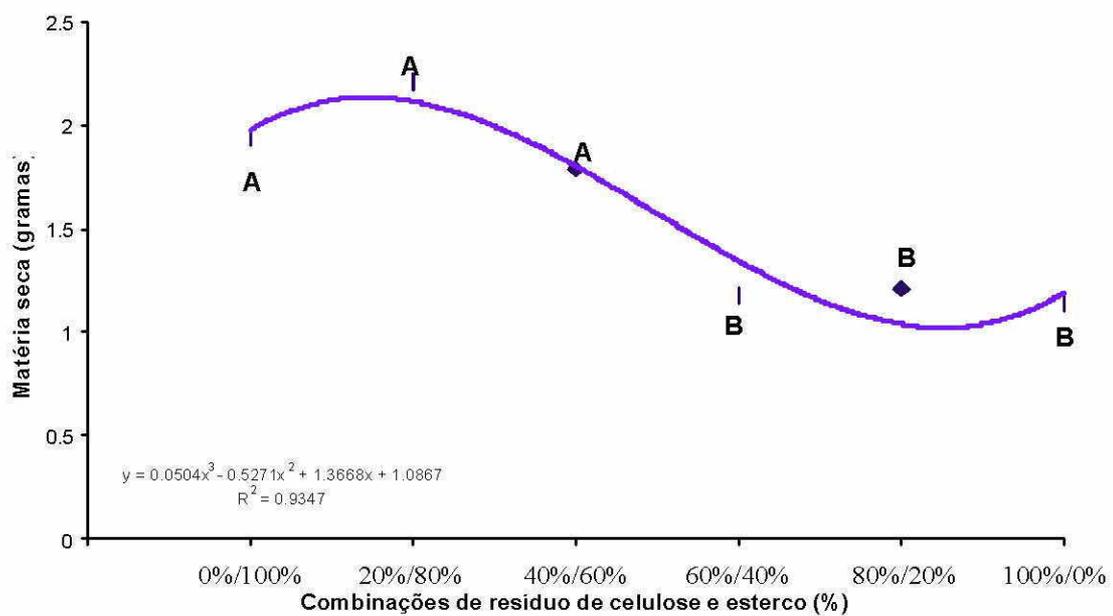


Gráfico 7. Efeitos das diferentes combinações entre resíduo de celulose e esterco na produção da matéria seca da parte aérea do feijão.

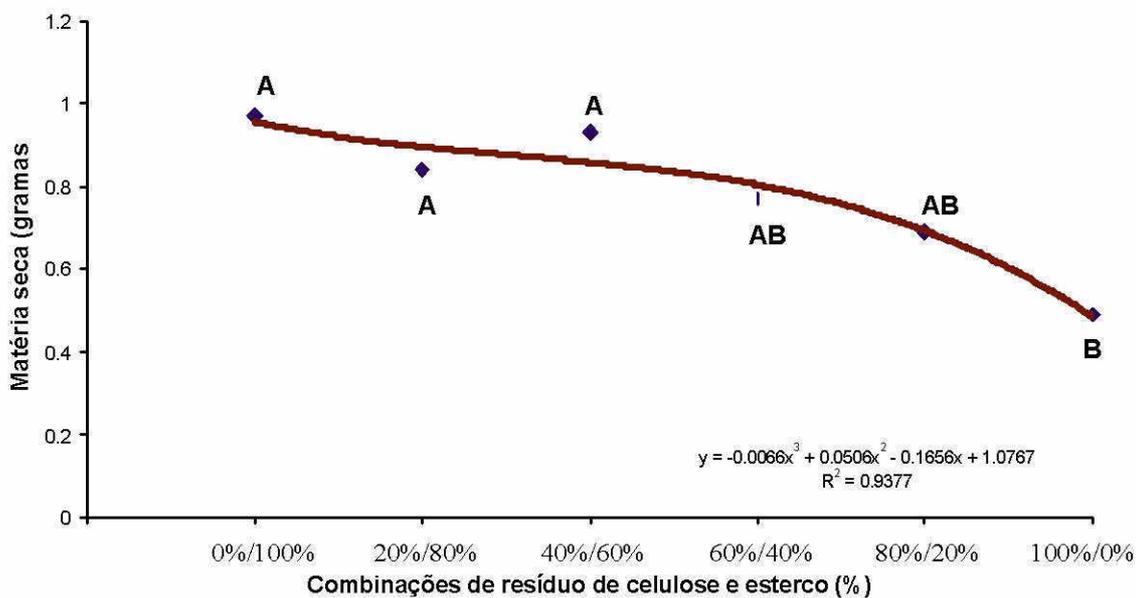


Gráfico 8. Efeitos das diferentes combinações entre resíduo de celulose e esterco na produção da matéria seca da raiz de feijão.

