

**Cinza de casca de arroz como reservatório molecular de água para a produção de soja****Rice bark gray as a molecular water reservoir for soy production**

DOI:10.34117/bjdv6n1-066

Recebimento dos originais: 30/11/2019

Aceitação para publicação: 08/01/2020

**Marcelo Paulo Stracke**

Doutor em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)  
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), campus de Santo  
Ângelo/RS

Endereço: Av. Universidade das Missões, 464, Bairro Universitário, Santo Ângelo – RS. URI -  
Campus de Santo Ângelo

E-mail: stracke@santoangelo.uri.br

**Vitor Cauduro Girardello**

Doutor em Ciência do Solo pela UFSM  
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), campus de Santo  
Ângelo/RS

Endereço: Av. Universidade das Missões, 464, Bairro Universitário, Santo Ângelo – RS. URI -  
Campus de Santo Ângelo

E-mail: vitorgirardello@san.uri.br

**Evangeline Zwirtes**

Graduanda de Agronomia na URI  
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), campus de Santo  
Ângelo/RS

Endereço: Av. Universidade das Missões, 464, Bairro Universitário, Santo Ângelo – RS. URI -  
Campus de Santo Ângelo

E-mail: evangelinezwirtes@aluno.santoangelo.uri.br

**Jordana Caroline Nagel**

Mestre em Ciências Biológicas pela UNIPAMPA  
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), campus de Santo  
Ângelo/RS

Endereço: Av. Universidade das Missões, 464, Bairro Universitário, Santo Ângelo – RS. URI -  
Campus de Santo Ângelo

E-mail: jordananagel@san.uri.br

**Bruna Teresinha Klassen Tusset**

Graduanda de Engenharia Química na URI  
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), campus de Santo  
Ângelo/RS

Endereço: Av. Universidade das Missões, 464, Bairro Universitário, Santo Ângelo – RS. URI -  
Campus de Santo Ângelo

E-mail: brunaklassen@yahoo.com.br

## Gabriela Benchimol Garcia

Graduanda de Engenharia Química na URI

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), campus de Santo Ângelo/RS

Endereço: Av. Universidade das Missões, 464, Bairro Universitário, Santo Ângelo – RS. URI - Campus de Santo Ângelo

E-mail: gabrielabenchimol96@gmail.com

## Antônio Vanderlei dos Santos

Doutor em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), campus de Santo Ângelo/RS

Endereço: Av. Universidade das Missões, 464, Bairro Universitário, Santo Ângelo – RS. URI - Campus de Santo Ângelo

E-mail: vandao@santoangelo.uri.br

### RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar a cinza de casca de arroz como reservatório molecular de água na produtividade da cultura da soja, melhorando dessa forma os atributos químicos do solo sob diferentes aplicações de doses de cinza de casca de arroz. Observou-se que quanto maior a dosagem de cinza de casca de arroz maior foi o volume de armazenamento de água, que por sua vez maior foi o desenvolvimento e crescimento da planta de soja, resultando num aumento da produtividade desta cultura.

**Palavras-chave:** Cinza de casca de arroz, reservatorio molecular, água, soja.

### ABSTRACT

This paper aims to present rice husk ash as a molecular reservoir of water in soybean crop yield, thus improving soil chemical attributes under different applications of rice husk ash doses. It was observed that the higher the rice husk ash content, the greater the storage volume of water, which in turn increased the development and growth of the soybean plant, resulting in an increase in the productivity of this crop.

**Key words:** Rice husk ash, molecular reservoir, water, soy.



## 1 INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é caracterizado como um dos principais cereais produzidos no Brasil, tendo na safra 2016/2017 uma produção de 12.318.200 toneladas [1]. Sendo que o Rio Grande

do Sul é considerado o principal estado produtor do cereal no país, chegando a 70,8% do total nacional. Esta cultura desempenha papel estratégico em níveis social e econômico, por ser alimento básico de grande parte da população brasileira [2].

A casca de arroz (CA) que é subproduto do cereal, representa cerca de 23% do grão. Pelo seu custo ser praticamente nulo e ter elevado poder calorífico, que é de  $3730\text{kcal kg}^{-1}$ , vêm substituindo a lenha na geração de energia em usinas termelétricas e também usada para secagem e parboilização dos grãos, em fornos à temperatura média de  $700^{\circ}\text{C}$ .

O processo da queima da casca de arroz gera grande quantidade de resíduo inorgânico, cerca de 20% [3]. Este resíduo é denominado cinza de casca de arroz (CCA). Para cada tonelada de arroz em casca, 40 kg correspondem à cinzas [4]. Como não há destinação consolidada a este subproduto, grande parte da CCA é depositada em lugares inapropriados ou em aterros sanitários, gerando grave problema ambiental. Por ser rica em sílica ( $\text{SiO}_2$ ), alguns estudos foram desenvolvidos buscando utilizar a CCA na produção de refratários à base de sílica, vidros, cerâmicas, cimento, isolante térmico e carga em polímeros [5]. Porém, mesmo com estes estudos, não houve acréscimo no volume de CCA utilizada, sendo necessário mais pesquisas que busquem diminuir ou erradicar este passivo ambiental. Uma alternativa viável é o uso da CCA na agricultura. Segundo Neto [5] o Silício (Si) não é considerado nutriente essencial para o desenvolvimento das plantas, mas algumas culturas como o trigo, o milho e o feijão apresentam aumento da produtividade com o acréscimo de disponibilidade de Si no solo. A CCA já está sendo utilizada de forma empírica, por agricultores familiares, como corretivo e condicionante do solo [6].

O uso de Silício na agricultura resultou em diversos benefícios para as plantas, como o aumento na produtividade, resistência a ataques de pragas e doenças, diminuição dos efeitos tóxicos de alguns elementos químicos e tolerância ao estresse salino e hídrico [7].

Pesquisadores como Santin & Vahl [8], Sandrini [9], Islabão [6] e Donega et al. [10], constataram que a aplicação da CCA no solo apresenta potencial corretivo sobre o pH e auxilia no suprimento de nutrientes, beneficiando o desenvolvimento das plantas e aumentando a produtividade das culturas.

A soja (*Glycine max*) é uma cultura amplamente cultivada no país, sendo que o Brasil é o segundo maior produtor mundial do grão, alcançando na safra 2016/2017 uma produção recorde de 113,9 milhões de toneladas [1]. Esta alta produtividade é resultado principalmente da evolução de técnicas de manejo como controle de plantas invasoras e pragas, modernização no maquinário, uso de cultivares resistentes às principais pragas e o manejo e conservação da qualidade do solo, que se estende a níveis físicos, químicos e biológicos, objetivando equilíbrio entre estes fatores. Entretanto, ainda é corriqueira a ocorrência de baixas produtividades em diversas regiões do país, observando-se

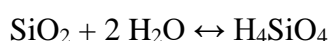
a fertilidade do solo como um dos principais fatores responsáveis por produtividades abaixo de 3.500 kg ha<sup>-1</sup>.

Em decorrência da alta demanda por este grão, é de interesse dos produtores aprimorar técnicas de produção, buscando alternativas para que se atinja alta produção com mínimo impacto ambiental.

É fato notório que a intensiva exploração desta cultura demanda grande quantidade de insumos agrícolas, objetivando a correção da acidez do solo e o aporte de nutrientes básicos, garantindo a manutenção da produtividade. O crescente uso de insumos químicos pode auxiliar na deficiência de matéria orgânica e no acréscimo da salinização no solo, o que resulta em diminuição da fertilidade do solo com o passar dos anos. Na agricultura familiar, a dependência por insumos convencionais é ainda mais preocupante, pois além dos altos custos, estes produtos combinados ao cultivo intensivo reduz o potencial produtivo do solo [11].

A correção da acidez do solo é realizada, em grande parte, com a utilização do calcário, objetivando atingir o pH 6,0 em água, recomendado pela (CQFS RS/SC, 2004). Os principais efeitos da utilização da calagem são a eliminação do alumínio (Al) e manganês (Mn) tóxicos, aumento nos teores de Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) no solo, aumento da CTC e maior disponibilidade de fósforo (P) para as plantas [12].

Sabendo disso, a CCA pode ser benéfica à cultura da soja, pois quando adicionada à solo forma silicato de cálcio, este reage com a água e libera íons OH<sup>-</sup>, que neutraliza o Al<sup>+3</sup>. O silicato de cálcio é cerca de 6,78 vezes mais solúvel que o carbonato de cálcio, obtendo um maior potencial para a correção da acidez do solo em profundidade que o calcário [13]. Ressalta-se também que a CCA é uma fonte alternativa de nutrientes para as plantas, contendo elementos como fósforo, enxofre (S), potássio (K), magnésio, cálcio e silício [14]. A cinza de casca de arroz carbonizada apresenta aproximadamente 92% de silício [15], sendo assim pode vir a ser utilizada como fonte de silício devido ao alto teor do mesmo. Ainda do ponto de vista fisiológico, para o crescimento e o desenvolvimento das plantas, o silício tem mostrado efeito benéfico sobre o aumento de produção de diversas culturas [16]. Na solubilização da sílica ocorre a hidratação [18].



Considerando que a reação de hidratação reversível da sílica, que 92 % da composição da cinza de casca de arroz é de sílica, que a água é fundamental para o crescimento e o desenvolvimento das plantas e de que as plantas tenham acesso a água estamos propondo a utilização da cinza de casca

de arroz como reservatório molecular de água para a produção de soja, propiciando dessa maneira que a planta tenha acesso a reservatório de água de acordo com a sua necessidade.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos com a aplicação da cinza da casca de arroz na agricultura, foram realizados na Área Experimental Agronômica da URI-Campus Santo Ângelo-RS, localizado geograficamente a 28° 17' 56'' de latitude S e 54° 15' 46 de longitude W. Apresenta uma altitude próxima a 286 m. O solo da unidade experimental se caracteriza por um Latossolo Vermelho distroférico típico (U.M. Santo Ângelo). Apresenta perfil profundo, bem drenado, coloração vermelho escuro, com teores de argila e predominância de argilominerais 1:1 e óxi-hidróxidos de ferro e alumínio.

Os primeiros ensaios foram realizados na safra agrícola de 2017/2018, para a cultura da SOJA – *Glycyne max*. Esta cultura é de suma importância para o desenvolvimento acadêmico do curso de Agronomia URI-Campus Santo Ângelo, tendo representatividade na região e por já possuírem estudos estabelecidos desta cultura na Área Experimental Agronômica.

Antes da aplicação dos tratamentos realizou-se as determinações dos teores de nutrientes no solo, uma ressalva é que esta determinação ocorreu de forma geral na área e não especificamente no local do experimento (Tabela 1).

Tabela 1: Atributos químicos e mineralógico do solo da área experimental antes da aplicação da cinza de casca de arroz.

Arg. (%)	pH H <sub>2</sub> O	Ind. SMP	P mg / dm <sup>3</sup>	K M.O. (%)	Al	Ca	Mg	H+Al	CTC	Saturação			
										Bases	Al	K	
										------(%)-----			
58,6	5,2	5,6	5,6	43	3,4	0,5	3,9	1,7	6,9	12,6	45	8	0,9

Desta forma embora não seja o resultado pontual no local das aplicações, esta tabela será utilizada como sendo a referencial antes da aplicação das doses CCA.

Para a análise da CCA e suas contribuições nutricionais nas culturas e nos atributos agronômicos do solo, executou-se em um bloco de parcelas experimentais no tamanho de 400m<sup>2</sup>, tendo 16 parcelas experimentais de 25m<sup>2</sup> cada. O experimento constituiu-se de um delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições seguindo um esquema fatorial 4x4 para os fatores dose de formulação química e doses de CCA (Cinza de Casca de Arroz). Neste sentido, os fatores de tratamento usados, caracterizaram-se pela combinação de doses de cinza de casca de arroz:

- T1 - Adubação de base 'AB', 500kg ha<sup>-1</sup> (4-24-12) no momento da semeadura.

- T2 - (AB + 1.200kg ha<sup>-1</sup> da cinza de casca de arroz granulada).
- T3 - (AB + 1.800kg ha<sup>-1</sup> da cinza de casca de arroz granulada).
- T4 - (AB + 2.400kg ha<sup>-1</sup> da cinza da casca de arroz granulada).

O tratamento T1 é considerado o tratamento referência para os demais.

O plantio da SOJA - *Glycine max* efetuou-se no mês de novembro de 2017, sendo utilizada a cultivar TMG 7063 Inox<sup>®</sup> IPRO, com densidade de treze sementes por metro linear. A cinza de casca de arroz foi aplicada ao solo a lanço após a semeadura de cada bloco de parcelas.

A colheita da cultura da soja ocorreu no mês de abril de 2018, sendo escolhido um metro quadrado da área útil de cada parcela, totalizando assim as repetições para cada tratamento utilizado. Posteriormente encaminhado ao laboratório de recebimento de culturas, sendo preparadas para a análise.

As amostras de solo foram coletadas após a colheita da cultura, sendo realizadas em duas profundidades, de 0,0-0,05 m e 0,05-0,10 m. Posteriormente, estas foram encaminhadas ao laboratório de solos da URI Campus Santo Ângelo, sendo preparadas para às devidas análises.

Analisou-se, tanto a campo como em laboratório, caracteres que compõem a produtividade da cultura da soja, sendo: massa de mil grãos, número de vagens, número de grãos por vagem, número total de grãos por planta, vagem com 3 grãos, vagem com 2 grãos e vagem com 1 grão. Verificou-se os atributos químicos do solo, como: pH em água, teores de cátions trocáveis (Ca, Mg), teores de Al, bem como o índice SMP.

Efetuiu-se uma análise de variância para verificar as diferenças estatísticas de cada fator, assim como possibilidade de interação entre os fatores de tratamento. Havendo diferenças significativas, testes de média serão utilizados para classificar melhores doses de CCA e da adubação química. Por meio do teste de Tukey a um nível de 95% de confiança.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

#### **3.1 CARACTERIZAÇÃO DA CINZA DA CASCA DE ARROZ**

Obteve-se a cinza da casca do arroz de uma indústria de beneficiamento de arroz do interior do estado do Rio Grande do Sul. Esta cinza era de coloração preta com textura semelhante a um pó. Esse material foi utilizado nos testes para obtenção de sílica pura para ser utilizada na fabricação de tintas no ramo industrial.



Figura 1 – Cinza da casca do arroz *in natura*.

A análise de DRX das amostras de cinza de casca de arroz apresentaram que 91,7 % da composição da cinza de casca de arroz é de sílica. A Figura 2 mostra 3 arranjos estruturais (polimorfos) da  $\text{SiO}_2$  presentes na amostra da cinza da casca de arroz. O resultado da composição foi o seguinte:

Cristobalita – 78%

Tridimita – 13%

Quartzo – 0,7%

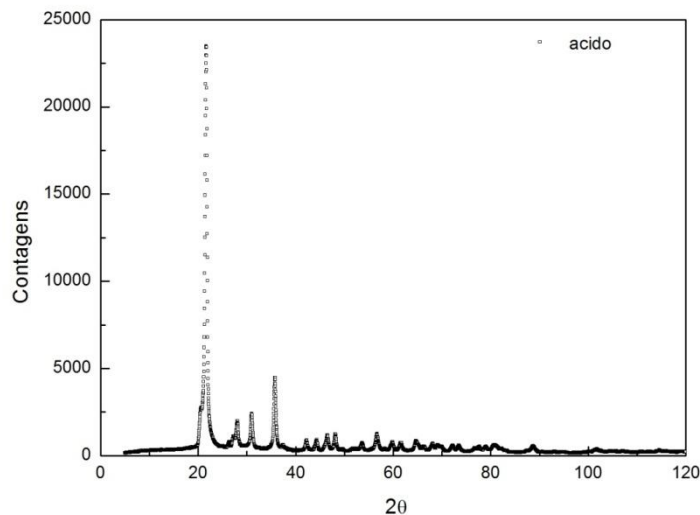


Figura 2 –Análise da amostra do teste. (Fonte: DR-X)

Com esses difratogramas, pode-se observar que a sílica não é amorfa, e sim, cristalina. Esses picos representam os elementos presentes na amostra. Neste caso, o dióxido de silício. Os percentuais de tridimita, quartzo e cristobalita apontam uma alta pureza do  $\text{SiO}_2$  nas amostras. Por serem

estruturas alotrópicas, a presença dessas formas pode ser alterada, mudando o procedimento realizado durante a lixiviação e a calcinação. O quartzo é mais estável em temperatura ambiente. A tridimita e a cristobalita são formadas através de ensaios com altas temperaturas.

O Analisador Termogravimétrico (TGA), o Calorímetro Diferencial de Varredura (DSC) e infravermelho foram utilizados para fazer algumas análises básicas de algumas das amostras feitas em laboratório.

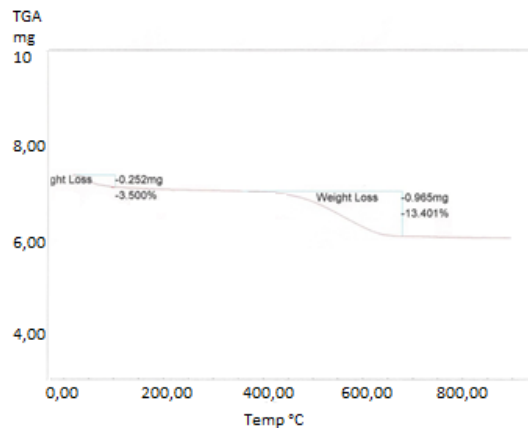


Figura 3 – Análise de TGA da amostra de sílica *in natura*. (Fonte: TGA)

Essa análise mostra a perda de massa que a CCA *in natura* sofre quando submetida a altas temperaturas. A primeira perda representa a quantidade de água presente na amostra. Já a segunda mostra a perda de massa devido às primeiras transformações na estrutura do material (por volta de 400°C). Essa análise mostra que cerca de 13,4% de massa da amostra foi perdida na mudança de estrutura. Esses dados serão utilizados para os próximos testes na CCA, pois mostra a temperatura mínima necessária para ocorrer transformação.

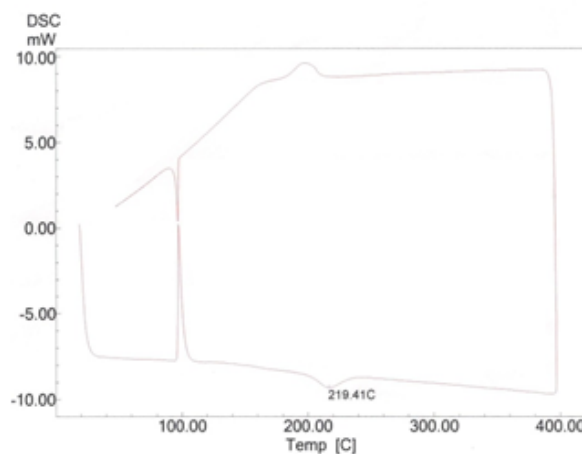


Figura 4 – Análise no DSC-60 da amostra de CCA tratada com água. (Fonte: DSC-60)



A análise do DSC-60 na amostra de CCA tratada com água purificada mostra os picos de temperatura onde ocorrem as transformações físicas da amostra. O primeiro pico presente nessa análise mostra a perda de umidade. O segundo pico (em 219,41°C) representa a primeira mudança de estrutura da amostra. Como essa amostra já foi lixiviada e calcinada, a mudança na estrutura ocorre em uma temperatura inferior.

As análises feitas no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) confirmaram o alto grau de pureza no material obtido em laboratório e mostraram que todo o material orgânico presente na CCA *in natura* foi retirado durante o processo. As imagens abaixo foram obtidas no MEV e mostram as partículas da CCA *in natura* e da purificada.

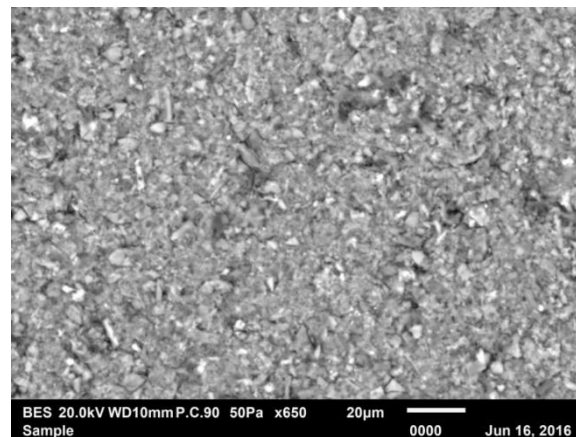


Figura 5 – Imagem obtida no MEV da CCA *in natura*

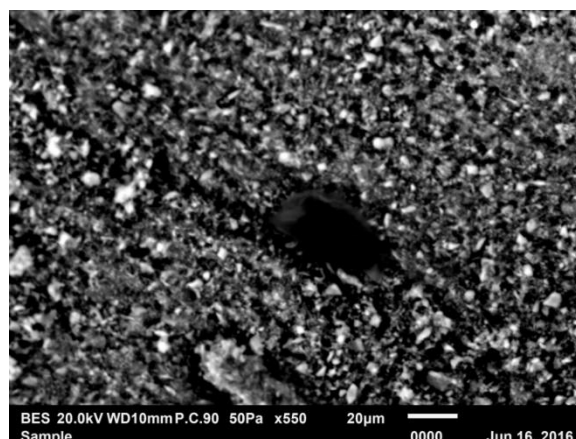


Figura 6 – Imagem obtida no MEV da CCA purificada

As imagens obtidas no MEV foram feitas com análise em fitas de carbono, para que se obtivesse uma visualização melhor. Porém, por serem partículas muito pequenas, as imagens não conseguiram detectar perfeitamente o contorno de grão da amostra.

**3.2 PARÂMETROS DE PRODUTIVIDADE**

Pelos resultados apresentados, os atributos referentes à produtividade da soja, como total de grãos por planta, vagens com dois grãos, vagem com um grão e vagens por planta, não foi observado diferença significativa com as diferentes doses de CCA. Porém, em todos estes atributos, o tratamento com 2400 kg ha<sup>-1</sup> de CCA foi o que apresentou os melhores resultados, fazendo-se necessário ressaltar a resposta positiva da aplicação de CCA, pois mesmo não ocorrendo estatisticamente acréscimo nos valores destes atributos analisados, não houve prejuízo à cultura (Tabela 2).

Tabela 2: Valores médios de produtividade, total de grãos por planta, vagem com 2 grãos, vagem com 1 grão e vagens por planta, cultivar TMG 7063 IPRO.

Doses Kg ha <sup>-1</sup>	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	Grãos por Planta	Vagem 1 grãos	Vagem 2 grãos	Nº vagem por planta
0	4305	101	9	18	46
1200	4080	101	11	17	47
1800	4620	108	11	17	49
2400	4995	132	9	21	57
Média	4500	110	10	18	49
CV%	16,05	18,46	26,34	21,08	16,65
Teste Tukey (5%)	ns	ns	ns	ns	ns

Sendo CV%: Coeficiente de variação. ns: Não Significativo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A produtividade média obtida neste experimento foi 57% superior que a média de produção na região durante a safra 2016/17 que foi de 2.827 kg ha<sup>-1</sup> e 47% superior ao estado do Rio Grande do Sul (Emater/Ascar 2017). O tratamento com a maior dose (2400) obteve um incremento de 690 kg, em decorrência do aumento das doses estudadas. Os componentes de rendimento não sofreram diferença estatísticas entre si nos parâmetros grãos por planta, vagens com 1 e 2 grãos e no número de vagens por planta.

Este aumento na produtividade decorre pelo fato da presença de silício ser bastante elevada na CCA, contribuindo assim no aumento da produtividade da cultura da soja, corroborando com Oliveira (2013), que utilizando doses maiores nos tratamentos obteve aumento da produtividade e melhor qualidade fisiológica na semente de soja, bem como melhor arquitetura folhar, permitindo assim um melhor aproveitamento fotossintético. Já Zelin et al. (2011), concluíram que aplicações de silicato influenciam positivamente na produtividade da soja, assim como na diminuição da área foliar atacada por lagartas.

Outras alterações que ocorrem quando existe maior concentração de silício é o aumento da resistência física da planta, que ocorre devido ao aumento da espessura da lamela média, maior dificuldade para que ocorra o ataque de pragas e doenças, bem como a diversos tipos de estresses

abióticos tais como altas temperaturas, déficit hídrico e toxidez de ferro e manganês às raízes (DATNOFF et al., 2007).

Em resultados encontrados por Philippsen e Simonett (2010), não observaram diferença para o variável número de sementes por vagens com o aumento das doses da fonte de silício.

Já para os atributos massa de mil grãos e vagens com três grãos, houve diferença significativa (Tukey 5%), registra-se que nos dois casos, houve um crescimento linear com o acréscimo de doses de CCA (Tabela 3).

Tabela 3: Valores médios de massa de mil grãos e vagens com 3 grãos, cultivar TMG 7063 IPRO.

Doses Kg ha <sup>-1</sup>	Massa de mil grãos (g)	Vagem 3 grãos
0	147,38 b	18 b
1200	148,52 b	19 b
1800	188,73 ab	21 ab
2400	199,67 a	27 a
Média	171,02	21,25
CV%	19,04	21,31

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV(%) = Coeficiente de Variação.

Verifica-se que para as variáveis massa de mil grãos e vagens com 3 grãos, o aumento gradativo de doses de tratamentos proporcionou um incremento na produção, pois além de proporcionar grãos mais pesados, a utilização de CCA promoveu a produção de mais grãos por planta, o que resultará em maiores produtividades na cultura.

Os resultados obtidos podem ser relacionados ao teor de silício na CCA. Segundo Gomes et al (2008), do ponto de vista fisiológico, para o crescimento e o desenvolvimento das plantas, o silício tem mostrado efeito benéfico sobre o aumento de produção de diversas culturas, o que permite explorar ainda mais esta pesquisa.

Percebe-se que, no momento da aplicação da CCA ao solo a lanço, há ocorrência de deriva do produto, tendo sua eficiência comprometida, sendo extremamente importante então fazer e aplicar o grânulo de CCA para melhor incorporação deste nas parcelas da cultura da soja e de outras culturas.

### 3.3 PARÂMETROS QUÍMICOS DO SOLO

O teor de nutrientes do solo determinado após a colheita da soja não apresentou diferença entre os tratamentos avaliados em nenhuma das variáveis entre 0-0,05m, sendo que as principais diferenças foram encontradas na camada 0,05-0,10m nos parâmetros do índice SMP e o nutriente Ca (Tabela 4).

Após a aplicação dos tratamentos não se pode concluir alterações entre os tratamentos, este fato decorre pelo fato do curto espaço de tempo entre a aplicação da CCA e as coletas de solo, apenas 4 meses foi decorrido neste período, sendo insuficiente para estas alterações. Os coeficientes de variação foram considerados baixos para este modelo de experimento, isto garante uma qualidade da amostragem e contribui para o fator de ser necessário grandes variações para que se obtenha diferença estatística entre os tratamentos.

Tabela 4: Atributos químicos da área experimental após a colheita da cultura da soja.

Doses Kg ha <sup>-1</sup>	pH H <sub>2</sub> O	Ind. SMP	Ca	Mg	Al
----- (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ) -----					
<b>0,0 - 0,05 m</b>					
0	5,38	6,29	0,18	4,48	0,54
1200	5,36	6,14	0,18	4,5	0,51
1800	5,28	6,35	0,21	5,57	0,49
2400	5,18	6,15	0,18	5,27	0,62
Média	5,3 <sup>ns</sup>	6,23 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	4,95 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>
CV%	3,28	4,48	13,42	15,12	36,39
<b>0,05 - 0,10 m</b>					
0	5,21	6,2 ab	0,16 c	5,48	0,35
1200	5,27	6,36 a	0,18 a	5,43	0,26
1800	4,99	6,04 ab	0,16 bc	4,95	0,31
2400	5,23	6,01 b	0,18 ab	5,16	0,19
Média	5,17 <sup>ns</sup>	6,15*	0,17*	5,25 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>
CV%	4,57	3,36	8,03	7,68	39,73

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns: Não Significativo.

## 4 CONCLUSÃO

No presente trabalho da aplicação da cinza de casca de arroz na produtividade da cultura da soja, apresentaram-se os atributos químicos do solo sob diferentes aplicações de doses de cinza de casca de arroz. Os resultados da aplicação da cinza da casca de arroz evidenciam que a aplicação da cinza de casca de arroz promove benefícios ao solo, correção da acidez através da elevação do pH, aumento da disponibilidade de silício, cálcio e magnésio no solo. Com a aplicação da cinza de casca de arroz observou-se também um maior desenvolvimento e crescimento da planta de soja, resultando num aumento da produtividade desta cultura.

**REFERÊNCIAS**

- [1] Alcarde, J.A.; Rodella, A.A. Qualidade e legislação de fertilizantes e corretivos: Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa: Sociedade brasileira de Ciência do Solo, Minas Gerais. v.3, p. 291-334, 2003.
- [2] Gomes, A. S.; Magalhaes Junior, A. M. Arroz Irrigado no sul do Brasil. Brasília, DF: Embrapa, 2004.
- [3] Oliveira, A. P. N. de; Montedo, O. R. K.; Junkes J. A.; Della, V. P.; Hotza, D.; Obtenção de sílica amorfa a partir da casca de arroz. Patente: PI 0504966-0 A, Data de Publicação: 07/08/2007.
- [4] Della V. P.; Kuhn, I.; Hotza, D. Reciclagem de resíduos Agro-industriais: cinza de casca de arroz como fonte alternativa de sílica. Cerâmica Industrial, 2005.
- [5] Neto, E. R. O estado da arte do uso da cinza de casca de arroz. Santa Catarina: setembro de 2007.
- [6] Islabão, G. O. Uso de cinza de casca de arroz como corretivo e condicionador do solo. Pelotas, RS: UFPEL, 2013.
- [7] Rodrigues, F.A.; Oliveira, L.A.; Korndörfer, A.P.; Korndörfer, G.H. Silício: um elemento benéfico e importante para as plantas. Informações Agronômicas N° 134. International Plant Nutrition Institute - Brasil. Piracicaba. 2011.
- [8] Santin, M. J. & Vahl, L. C. Aproveitamento da cinza da casca de arroz como corretivo da acidez e da fertilidade do solo. Relatório CNPQ – Processo 11.3006/83.AG.1985.
- [9] Sandrini, W. C. Alterações químicas e microbiológicas do solo decorrentes da adição de cinza de casca de arroz. Pelotas, RS: UFPEL, 2010.
- [10] Donega, M. A.; Volk, L. B.; Nolla, A.; Gaviolli, T. O. Avaliação do uso de casca de arroz carbonizada no desenvolvimento do sistema radicular do milho. XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2007.
- [11] Santos, C. H. C. Uso de cinza de casca de arroz na agricultura. Santo Antônio da Patrulha, RS: UFRGS, 2011.
- [12] Primavesi, O.; Primavesi, A.C.; Camargo, C.A. Conhecimento e controle, no uso de corretivos e fertilizantes, para manejo sustentável de sistemas intensivos de produção de bovinos a pasto. Revista de Agricultura, v.74, n.2, p. 249-265, 1999.
- [13] Conab – Companhia Nacional de Abastecimento. Central de informações agropecuárias. Levantamento de grãos da safra 2016/2017. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>> Acesso em: agosto de 2017.

- [14] Kato, N.; Owa, N. Dissolution of slag fertilizers in a paddy soil and Si uptake by rice plant. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 1997.
- [15] Foletto, E. L.; Hoffmann, R.; Hoffmann, R. S.; Portugal JR., U. L.; Jahn, S. L. Aplicabilidade das cinzas da casca de arroz. *Química Nova*, v. 28, n. 6, p. 1055-1060, 2005.
- [16] Gomes, F. B.; Moraes, J. C.; dos Santos, C. D.; Antunes, C. S. Uso de silício como indutor de resistência em batata a *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). *Neotropical Entomology*, Piracicaba, v. 37, p.185-190, 2008.
- [17] Tashima, M. M.; Silva, C. A. R. L.; Akasaki, J. L. Concreto com adição de cinza de casca de arroz (CCA) obtida através de um processo de combustão não controlada. *Jornadas Sud-Americanas de Ingeniería Estructural*, Mendoza, Argentina, 2004.
- [18] Krauskopf, K.B. *Introdução a geoquímica*. São Paulo, Poligono/EDUSP. 720p. 1972.