



# Revista Agrária Acadêmica

[Agrarian Academic Journal](#)

Volume 3 – Número 3 – Mai/Jun (2020)



doi: 10.32406/v3n32020/138-148/agrariacad

**Análise do desenvolvimento e produtividade do milho em função da adubação via foliar de zinco e inoculação com bactérias condicionadoras.** Analysis of the development and productivity of maize in function of fertilization by zinc foliar and inoculation with conditioning bacteria.

[Jakson dos Santos Nascimento](#)<sup>1\*</sup>, Leandro Alves Pinto<sup>2</sup>, Marcos Silva Tavares<sup>2</sup>, Felipe Thomaz da Camara<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal do Cariri - UFCA, Departamento de Ciências Agrárias e da Biodiversidade. Crato - CE, Brasil. E-mail: [jaksonsantos089@gmail.com](mailto:jaksonsantos089@gmail.com)

<sup>2</sup> Graduando em Agronomia na Universidade Federal do Cariri - UFCA, Crato-CE, Brasil

<sup>3</sup> Professor Adjunto da UFCA, Crato-CE, Brasil

## Resumo

O milho é um dos cereais mais cultivados no mundo. O trabalho teve o objetivo de avaliar os efeitos da aplicação via foliar de zinco na cultura do milho e inoculação com bactérias condicionadoras. O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Cariri (UFCA), usando delineamento em blocos casualizados, em esquema de parcela subdividida, com quatro repetições, totalizando assim 24 parcelas experimentais. Avaliou-se a altura da planta, diâmetro do colmo, massa por espiga, massa por planta, massa de grãos por espiga, massa de 1000 grãos e produtividade total. Melhores resultados foram obtidos com uma aplicação foliar de Zn e a inoculação se mostrou eficiente para as características avaliadas.

**Palavras-chave:** *Zea mays*. Micronutriente. Biofertilizante.

## Abstract

The corn is one of the most cultivated cereals in the world. The aim of this work was to evaluate the effects of zinc leaf application on corn and inoculation with conditioning bacteria. The experiment was carried out at the Federal University of Cariri (UFCA), using a randomized block design, in a split-plot scheme, with four replications, thus totaling 24 experimental plots. The variables analyzed were plant height, stem diameter, mass per ear, mass per plant, mass of grains per ear, mass of 1000 grains and total productivity. Better results were obtained with one foliar application of Zn and the inoculation proved to be efficient for the evaluated characteristics.

**Keywords:** *Zea mays*. Micronutrient. Biofertilizer.

## Introdução

O milho é tido como uma das mais antigas e relevantes culturas agrícolas. A cultura do milho (*Zea mays* L.) tem grande importância econômica e social. Econômica, pelo valor nutricional de seus grãos e por seu uso recorrente, nas alimentações humana e animal e como matéria-prima para a indústria. Social, por ser um alimento de baixo custo, pela viabilidade de cultivo tanto em grande quanto em pequena escala e por ser a base de várias cadeias agroindustriais, como a da carne (ALVES et al., 2011).

Na agricultura brasileira, os micronutrientes são utilizados de forma corriqueira nas adubações da cultura do milho. Os solos de países tropicais, como é o caso do Brasil, possuem pequena concentração de zinco, isso pode ser fruto tanto do material de origem como pode ser resultado de intensivas práticas de cultivo sem uma reposição adequada. Logo, para o processo produtivo das culturas, a carência de Zn é admitida como um empecilho mundial. A deficiência desse nutriente tem sido um dos motivos para baixas na produtividade do milho e no valor nutricional dos grãos, já que o Zn está diretamente ligado ao crescimento, florescimento e desenvolvimento do milho. A semeadura de milho em locais com forte deficiência de Zn resulta em plantas menos vigorosas e de baixo rendimento (FAGERIA, 2001).

A adubação foliar é bastante utilizada na aplicação de micronutrientes por dois motivos principais: o primeiro deles é que a quantidade de micronutrientes requerida pela planta é pequena e o segundo é para impedir a adsorção abundante de elementos metálicos, fato este que pode deixar o nutriente indisponível para a planta. O fornecimento de adubos via foliar não substitui por completo a aplicação diretamente no solo. Porém, a expansão do uso desse tipo de adubação para uma quantidade maior de culturas agrícolas vem confirmando que existem culturas que podem permanecer produtivas utilizando-se unicamente adubação por via foliar (PERUCHI, 2006).

Novos recursos estão sendo usados para melhorar a produtividade das culturas. Entre essas inovações está a utilização de biofertilizantes, inoculantes e bioestimulantes (PRIETO et al., 2017). A utilização desses recursos promove alguns benefícios, entre eles podemos citar: maior rendimento das culturas, melhor equilíbrio nutricional, manutenção das interações biológicas e aumento da quantidade de organismos que fazem parte da microbiota do solo (SOUZA e PERES, 2016). Logo, se torna necessário alguns estudos aprofundados para reconhecer a viabilidade econômica e os ganhos que as culturas agrícolas podem ter com o uso desses produtos.

Diante do exposto, o trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar os efeitos da aplicação via foliar de zinco na cultura do milho e inoculação com bactérias do gênero *Pseudomonas* para aproveitamento do Zn, visando analisar o desenvolvimento e a produtividade da cultura.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido no período de março a maio de 2019 na área experimental do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade (CCAB) da Universidade Federal do Cariri (UFCA), situada no município de Crato, Ceará, com as coordenadas geográficas 7°14'49"S, 39°22'05"W e 413 metros de altitude. O solo da área experimental é classificado como um Argissolo Vermelho Amarelo (FUNCEME, 2012), de relevo suave ondulado e textura franco-arenosa.

O experimento foi realizado em delineamento em blocos casualizados, em esquema de parcela subdividida, com quatro repetições, totalizando assim 24 parcelas experimentais, conforme a designação dos tratamentos e o croqui da área (tabela 1 e figura 1). As parcelas levavam em consideração o uso de inoculante com bactérias do gênero *Pseudomonas* (COM e SEM) e as subparcelas consideravam o número de aplicações via foliar de zinco (0, 1 e 2).

Tabela 1 - Combinação dos fatores em cada tratamento e suas respectivas designações

| <b>Parcela</b>         | <b>Subparcela</b>          |            |                                               |
|------------------------|----------------------------|------------|-----------------------------------------------|
| <i>Pseudomonas</i> (P) | Nº de aplicações de Zn (A) | Tratamento | Designação dos tratamentos                    |
| Pc                     | A0                         | PcA0       | Parcela com <i>Pseudomonas</i> e 0 aplicação  |
| Pc                     | A1                         | PcA1       | Parcela com <i>Pseudomonas</i> e 1 aplicação  |
| Pc                     | A2                         | PcA2       | Parcela com <i>Pseudomonas</i> e 2 aplicações |
| Ps                     | A0                         | PsA0       | Parcela sem <i>Pseudomonas</i> e 0 aplicação  |
| Ps                     | A1                         | PsA1       | Parcela sem <i>Pseudomonas</i> e 1 aplicação  |
| Ps                     | A2                         | PsA2       | Parcela sem <i>Pseudomonas</i> e 2 aplicações |

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 1- Croqui da área experimental

| <b>BLOCO 1</b> |      | <b>BLOCO 2</b> |      | <b>BLOCO 3</b> |      | <b>BLOCO 4</b> |      |
|----------------|------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|
| PsA1           | PcA0 | PcA2           | PsA1 | PsA0           | PcA1 | PcA0           | PsA2 |
| PsA0           | PcA2 | PcA1           | PsA0 | PsA2           | PcA0 | PcA2           | PsA1 |
| PsA2           | PcA1 | PcA0           | PsA2 | PsA1           | PcA2 | PcA1           | PsA0 |

Fonte: Dados da pesquisa.

As subparcelas experimentais foram compostas por quatro fileiras com espaçamento de um metro entre si e com dez metros de comprimento, totalizando um valor de 40 m<sup>2</sup>. Para as análises das características agrônômicas foram colhidas 2 m das duas fileiras centrais, eliminando-se a bordadura.

O experimento foi iniciado com o preparo do local de plantio com gradagens para a incorporação da vegetação espontânea presente na área. No primeiro dia do mês de março de 2019 foi realizada a semeadura do milho em sulcos. A adubação de fundação foi feita nos sulcos, para todas as parcelas, sendo utilizados 300 kg de NPK (4-14-8). As sementes ficaram espaçadas em 0,2 m na fileira de semeadura, o que corresponde a uma população inicial de 50.000 plantas por hectare. Durante a condução do experimento foram efetuadas capinas manuais recorrentes para controle de plantas invasoras, utilizando-se enxada. Para o controle de pragas, foram feitas aplicações de formicida na área trabalhada. Não foi utilizado sistema de irrigação e o experimento foi conduzido em sequeiro.

Para o tratamento com a inoculação usando as bactérias do gênero *Pseudomonas* foi realizada a inoculação das sementes no dia da semeadura utilizando-se a dose de 100 g por hectare do produto comercial Barvar Biofertilizante Fe/ Zn, diluído em 10 litros de água. Na inoculação foi utilizada a dosagem padrão do produto para 20 kg de sementes, que é a quantidade necessária para semeadura em 1 hectare.

A primeira adubação via foliar de zinco, de acordo com os tratamentos, foi realizada com 30 dias após a semeadura (DAS) e a segunda aplicação foi feita com 45 DAS. Para a formulação da solução aplicada foi utilizado 60 g de sulfato de zinco diluído em 20 litros de água, o que corresponde a uma solução com 0,3% de sulfato de zinco, com 99% de pureza.

A colheita das parcelas experimentais foi feita no dia 20 de maio de 2019, aos 80 DAS, para a realização das análises de desenvolvimento e produtividade do milho verde. Para a análise de produtividade de grãos, a colheita foi realizada no dia 10 de julho de 2019, aos 130 DAS. Foram avaliadas as características: altura de plantas, diâmetro do colmo, massa por espiga, massa por planta, massa de grão por espiga, massa de 1000 grãos e produtividade total.

A altura da planta foi medida com o auxílio de uma fita métrica tendo por base o nível do solo até a inserção da folha bandeira. Para medir o diâmetro do colmo o instrumento utilizado foi o paquímetro, tendo como base uma altura de aproximadamente 0,10 m do nível do solo. Todas as variáveis de massa foram determinadas em balança de precisão semianalítica. Os dados para avaliação das características agrônômicas foram obtidos através da medida de dez plantas retiradas da parcela amostral e feita a média entre as medidas para serem utilizadas nas análises.

Para comparar e interpretar os resultados, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Utilizou-se o programa estatístico Sisvar 5.3 para as análises estatísticas.

## Resultados e discussão

Na tabela 2 observa-se, segundo a análise de variância, que nenhuma das duas variáveis (altura de plantas e diâmetro do colmo) apresentou resultados significativos para a interação entre o uso da adubação foliar e do biofertilizante Barvar, tornando possível a avaliação dos fatores separadamente por meio da média.

Observa-se que em relação ao fator Barvar, as características apresentadas na tabela 2, não tiveram efeitos significativos. Segundo Quadros et al. (2014), o clima e o tipo de solo podem interferir na adaptação das bactérias inoculadas, podendo gerar variações nos resultados de inoculação, dependendo da localização geográfica.

Para o fator adubação foliar (tabela 2) verifica-se que não ocorreu diferença significativa para as variáveis analisadas. Em estudo similar, Jamami et al. (2006) também verificaram que as variáveis altura da planta e diâmetro do colmo não apresentaram diferenças significativas nas épocas analisadas, mesmo considerando que o zinco está diretamente ligado ao desenvolvimento da planta, controlando a produção de importantes reguladores de crescimento.

Tabela 2 - Síntese da análise de variância e do teste de médias para altura de plantas (AP) e diâmetro do colmo (DC).

| Fontes de Variação | GL | Quadrados Médios     |                     |
|--------------------|----|----------------------|---------------------|
|                    |    | AP                   | DC                  |
| Bloco              | 3  | 29,53 <sup>NS</sup>  | 0,934 <sup>NS</sup> |
| Barvar (B)         | 1  | 120,19 <sup>NS</sup> | 4,968 <sup>NS</sup> |
| Resíduo 1          | 3  | 162,84               | 8,826               |
| Foliar (F)         | 2  | 113,09 <sup>NS</sup> | 4,058 <sup>NS</sup> |
| BxF                | 2  | 46,06 <sup>NS</sup>  | 0,624 <sup>NS</sup> |
| Resíduo 2          | 12 | 112,41               | 4,141               |
| CV1(%)             | -  | 8,32                 | 13,23               |
| CV2(%)             | -  | 6,69                 | 9,06                |
| Média Geral        | -  | 153 cm               | 2,25 cm             |

  

| Fatores             | Teste de Médias |        |
|---------------------|-----------------|--------|
|                     | AP              | DC     |
|                     | g               | g      |
| Barvar (B)          |                 |        |
| Com                 | 151 a           | 2,29 a |
| Sem                 | 155 a           | 2,20 a |
| Adubação Foliar (F) |                 |        |
| 0                   | 155             | 2,24   |
| 1                   | 156             | 2,32   |
| 2                   | 149             | 2,18   |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

\*\* : significativo (P<0,01); \* : significativo (P<0,05); NS : não significativo; CV% : coeficiente de variação; GL : Grau de liberdade.

Analisando o coeficiente de variação (CV), Pimentel Gomes (2009) elaborou uma classificação para experimentos realizados em campo. Essa classificação informa que valores abaixo de 10% são considerados baixos, de 10 a 20% são considerados médios e de 20 a 30% são considerados altos. Dessa forma, os CVs das variáveis analisadas (altura de plantas e diâmetro do colmo) são considerados baixos e médios, respectivamente. Em estudo realizado para verificar a produtividade de duas cultivares de milho submetidas ao tratamento com bioestimulantes fertilizantes líquidos, Martins et al. (2016) encontraram valores de CVs considerados baixos para as duas variáveis apresentadas na tabela 2. Os valores de CV encontrados refletem uma característica positiva, pois quanto menor o valor mais homogêneo é o conjunto de dados.

Em relação ao teste de médias para as duas variáveis, pode-se observar que não houve diferenças relevantes no que se refere ao uso ou não do inoculante Barvar. Observa-se que a

variável diâmetro do colmo apresentou um valor relativamente superior nas plantas onde as sementes foram inoculadas, enquanto a altura das plantas apresentou maiores valores nas plantas nas quais as sementes não foram inoculadas. Em estudo semelhante com bioestimulantes e *Azospirillum* sp e avaliando a altura das plantas e diâmetro do colmo, Martins et al. (2016) chegaram aos valores médios de 210 cm e 2, 4 cm respectivamente, valores superiores aos encontrados no presente trabalho.

As médias das variáveis, levando em consideração a adubação foliar, apresentaram pouca diferença entre si, o que se constata que o número de aplicações foliares de zinco não teve grande influência nessas características, fato que difere do resultado encontrado por Romualdo (2008), que verificou maior altura das plantas de milho nos tratamentos que receberam Zn na planta comparado aqueles que receberam no solo. Prado et al. (2008) na cultura do milho e Orioli Júnior et al. (2008) no cultivo de trigo não verificaram influência do número de aplicações de Zn na altura das plantas, aos 42 e 52 dias após a emergência, respectivamente, corroborando com os resultados encontrados por Jamami et al. (2006), em estudo com doses de zinco em milho em condições de campo, no qual não observaram resposta da altura e do diâmetro do colmo das plantas nas avaliações realizadas.

Na tabela 3, pode-se observar que para a interação entre o biofertilizante Barvar e a adubação foliar de zinco não houve resultados significativos para as duas variáveis analisadas: massa por espiga (ME) e massa por planta (MP). Analisando os fatores individualmente, a variável massa por espiga apresentou resultado significativo a 5% apenas para o fator Barvar, enquanto a massa por planta não apresentou significância para nenhum dos fatores.

Em relação ao CV, nota-se que os valores apresentados na tabela 3 são considerados alto e médio, respectivamente, para a variável massa por espiga, e médios para a variável massa por planta. Dotto et al. (2010) analisando a produtividade do milho em resposta a inoculação com *Herbaspirillum seropedicae* encontraram valores médios de CV, 11,54 e 15,95 para a massa de espiga e massa por planta, respectivamente. Araújo et al. (2013), avaliando a produtividade do milho em resposta a aplicação de nitrogênio e à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae*, encontraram CV baixo para a variável massa de espiga e verificaram respostas significativas dessa variável aos tratamentos usados no estudo.

Tabela 3 - Síntese da análise de variância e do teste de médias para massa por espiga (ME) e massa por planta (MP).

| Fontes de Variação | GL | Quadrados Médios    |                     |
|--------------------|----|---------------------|---------------------|
|                    |    | ME                  | MP                  |
| Bloco              | 3  | 5052 <sup>NS</sup>  | 9201 <sup>NS</sup>  |
| Barvar (B)         | 1  | 16465 *             | 11149 <sup>NS</sup> |
| Resíduo 1          | 3  | 2850                | 4055                |
| Foliar (F)         | 2  | 209,6 <sup>NS</sup> | 6053 <sup>NS</sup>  |
| BxF                | 2  | 1831 <sup>NS</sup>  | 6527 <sup>NS</sup>  |
| Resíduo 2          | 12 | 1240                | 3793                |
| CV1(%)             | -  | 27,11               | 18,38               |
| CV2(%)             | -  | 17,88               | 17,78               |
| Média Geral        | -  | 197 g               | 346 g               |

| Fatores             | Teste de Médias |       |
|---------------------|-----------------|-------|
|                     | ME              | MP    |
|                     | g               | g     |
| Barvar (B)          |                 |       |
| Com                 | 223 a           | 368 a |
| Sem                 | 171 b           | 325 a |
| Adubação Foliar (F) |                 |       |
| 0                   | 197             | 358   |
| 1                   | 202             | 366   |
| 2                   | 192             | 315   |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

\*\* : significativo ( $P < 0,01$ ); \* : significativo ( $P < 0,05$ ); NS: não significativo; CV%: coeficiente de variação; GL: Grau de liberdade.

Em relação ao teste de médias, as duas variáveis apresentaram médias maiores com o uso do biofertilizante Barvar em relação a sua ausência. Os ganhos foram de aproximadamente 23,43 e de 11,72 % para a massa por espiga e massa por planta, respectivamente. Resultados parecidos foram encontrados no trabalho de Oliveira et al. (2012), que estudando o efeito da inoculação de bactérias do gênero *Pseudomonas*, encontraram significância para as doses apenas quando foi utilizado o inoculante para a variável comprimento de espiga. Zucareli et al. (2011), estudando o efeito do inoculante à base de *Pseudomonas* na cultura do milho, observaram efeito significativo apenas para a variável diâmetro da espiga, todavia todas as demais variáveis apresentaram maiores resultados com o uso do inoculante, exceto a variável grãos por fileira que obteve média diferente.

As melhoras causadas pela inoculação podem ser o resultado da maximização dos nutrientes presentes no solo e pela liberação de ácidos orgânicos pelos microrganismos e pela raiz. Para que as bactérias possam atuar de forma mais eficiente é necessário que o solo dê condições para a sua sobrevivência e desenvolvimento (CHAVES et al., 2013; ZUCARELI et al., 2011). Segundo Martins (2012), existem alguns fatores que afetam a ocorrência e a distribuição dos microrganismos no solo, e alguns desses fatores contribuem para o desenvolvimento desses microrganismos. Dentre eles, podem ser citados: disponibilidade do substrato orgânico, temperatura, aeração, pH e umidade.

No que se refere às médias das variáveis em relação ao número de aplicações foliares de zinco, observa-se na tabela 3 que os melhores resultados foram alcançados quando foi feita apenas uma aplicação.

Em relação às variáveis analisadas na tabela 4 (Massa de grãos por espiga (MG), massa de 1.000 grãos (M 1000) e produtividade total (PT)) observa-se que não houve interação entre os dois fatores (Barvar e Adubação Foliar). Avaliando-se os fatores separadamente, a variável massa de 1000 grãos apresentou resultado significativo a 5% para o fator adubação foliar e a massa de grãos por espiga e a produtividade total apresentaram resultados significativos a 5% para o fator Barvar.

Os valores dos coeficientes de variação das características agrônômicas mostradas na tabela apresentaram valor considerado alto para a variável M 1000, enquanto para a variável MG os valores são considerados baixo e médio, respectivamente. O mesmo ocorre com a variável PT.

Em estudo similar, Araújo et al. (2013) encontraram valores de CV considerados baixos para as características M 1000 e PT e resultados significativos para essas variáveis na cultura do milho cultivada com a inoculação de *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae*. Dotto et al. (2010) analisando a produtividade do milho em resposta a inoculação com *Herbaspirillum seropedicae* encontrou valores de CV baixo e médio para M 1000 e PT, respectivamente.

Tabela 4 - Síntese da análise de variância e do teste de médias para a massa de grãos por espiga (MG), a massa de 1000 grãos (M1000) e a produtividade total (PT).

| Fontes de Variação | GL | Quadrados Médios     |                       |                           |
|--------------------|----|----------------------|-----------------------|---------------------------|
|                    |    | MG                   | M1000                 | PT                        |
| Bloco              | 3  | 317,46 *             | 134,03 <sup>NS</sup>  | 793651 *                  |
| Barvar (B)         | 1  | 141,42 *             | 1123,40 <sup>NS</sup> | 353796 *                  |
| Resíduo 1          | 3  | 18,56                | 1979,31               | 15497                     |
| Foliar (F)         | 2  | 54,16 <sup>NS</sup>  | 9813,52 *             | 67616 <sup>NS</sup>       |
| BxF                | 2  | 201,68 <sup>NS</sup> | 1647,56 <sup>NS</sup> | 252064 <sup>NS</sup>      |
| Resíduo 2          | 12 | 928,52 <sup>NS</sup> | 2028,05               | 193438                    |
| CV1(%)             | -  | 4,16                 | 19,94                 | 4,17                      |
| CV2(%)             | -  | 14,72                | 20,19                 | 14,72                     |
| Média Geral        | -  | 59,8 g               | 223 g                 | 2.989 kg ha <sup>-1</sup> |

  

| Fatores             | Teste de Médias |            |                           |
|---------------------|-----------------|------------|---------------------------|
|                     | MG<br>g         | M1000<br>g | PT<br>kg ha <sup>-1</sup> |
| Barvar (B)          |                 |            |                           |
| Com                 | 62,2 a          | 230 a      | 3.110 a                   |
| Sem                 | 57,3 b          | 216 a      | 2.867 b                   |
| Adubação Foliar (F) |                 |            |                           |
| 0                   | 60,3            | 241 ab     | 3.018                     |
| 1                   | 61,3            | 246 a      | 3.063                     |
| 2                   | 57,7            | 183 b      | 2.886                     |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

\*\* : significativo (P<0,01); \* : significativo (P<0,05); NS: não significativo; CV%: coeficiente de variação; GL: Grau de liberdade.

Analisando os testes de médias da tabela 4, verifica-se que os valores das três características agrônômicas avaliadas foram superiores com o uso do Barvar, inoculante que contém bactérias do gênero *Pseudomonas*. Resultados semelhantes também são encontrados quando a inoculação é realizada com bactérias do gênero *Azospirillum*. Resultados de aumento de produtividade com o uso de *Azospirillum* também são relatados por Sala et al. (2007), na cultura do trigo, e por Cavallet et al. (2000), na cultura do milho.



Constata-se que o uso do Barvar promoveu uma produtividade maior, cerca de 7,81% a mais do que nas plantas que não foi utilizado o produto. Em estudo similares Hungria et al. (2011) e Lana et al. (2012) verificaram que a inoculação de bactérias diazotróficas promoveu aumento na produtividade e nos grãos de milho de 26% e 15,4%, respectivamente. Alves (2007) obteve percentuais de incrementos para produtividade do milho de 24 e 34% com a utilização de *Herbaspirillum seropedicae* na safrinha e na safra, além de observar que o uso de inoculantes pode ajudar na solubilização de nutrientes presentes no solo, diminuindo assim a necessidade de aplicação de quantidades grandes de fertilizantes químicos.

Em relação à adubação via foliar de zinco, verifica-se que os valores alcançados não tiveram tanta diferença entre si (tabela 4). Da mesma forma, Silva et al. (2008), avaliaram o efeito da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura, sem e com aplicação de Zn via foliar em “milho safrinha”, concluíram que a aplicação de Zn não alterou significativamente a produtividade de grãos. De acordo com a tabela 6, apenas uma aplicação foliar foi suficiente para promover os melhores resultados, esse fato pode estar relacionado à necessidade de zinco na fase inicial da cultura, já que esse micronutriente regula todo o crescimento vegetal, uma vez que entra na composição de diversas enzimas e de hormônios essenciais para o desenvolvimento da planta (AIRES, 2009).

## Conclusões

A inoculação com Barvar e o número de aplicações de adubação foliar de zinco agem de forma independente para o desenvolvimento e a produtividade do milho.

O número de aplicações de adubação foliar com zinco não apresentou resultados significativos na produtividade e desenvolvimento da cultura. Os melhores resultados foram obtidos apenas com uma aplicação foliar.

O uso da inoculação com o biofertilizante Barvar, levando em consideração as médias de produção, se mostrou eficiente para as características massa por espiga, massa por planta, massa de grão por espiga, massa de 1000 grãos e produtividade total, evidenciando o efeito positivo da inoculação para a cultura.

## Referências bibliográficas

ALVES, G. C. **Efeito da Inoculação de Bactérias dos Gêneros *Herbaspirillum* e *Burkholderia* na Cultura do Milho**. 53p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de Concentração em Ciência do Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

ALVES, H. C. R.; AMARAL, F. R. **Produção, Área Colhida e Produtividade do Milho no Nordeste**. Informe Rural Etene. Banco Do Nordeste, ano V, n. 16, 2011.

AIRES, C. B. **Zinco, fator fundamental para aumento e melhora da produção agrícola**, 2009. Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/noticias/zinco--fator-fundamental-para-aumento-e-melhora-da-producao-agricola\\_94756.html](https://www.agrolink.com.br/noticias/zinco--fator-fundamental-para-aumento-e-melhora-da-producao-agricola_94756.html)>. Acesso em: 14 mar. 2020.

ARAÚJO, E. O.; MERCANTE, F. M.; VITORINO, A. C. T.; NUNES, D. P.; PAIM, L. R.; MENDES, D. A. E. Produtividade do milho em resposta a aplicação de nitrogênio e à inoculação com *Azospirillum brasilense*

e *Herbaspirillum seropedicae*. **Anais...** XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Florianópolis - SC, 2013.

CAVALLET, L. E.; PESSOA, A. C. S.; HELMICH, J. J.; HELMICH, P. R.; OST, C. F. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 1, p. 129-132, 2000.

CHAVES, D. P.; ZUCARELI, C.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Fontes de fósforo associadas à inoculação com *Pseudomonas fluorescens* no desenvolvimento e produtividade do milho. **Semina: Ciências Agrárias**. v.34, n.1, p. 57-72, 2013.

DOTTO, A. P.; LANA, M. C.; STEINER, F.; FRANDOLOSO, J. F. Produtividade do milho em resposta à inoculação com *Herbaspirillum seropedicae* sob diferentes níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 3, p. 376-382, 2010.

FAGERIA, N. K. Avaliação de genótipos de arroz na eficiência de uso de zinco. **Scientia agricola**, v. 58, p. 623-626, 2001.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS (FUNCEME). **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da Mesorregião do Sul Cearense / Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos**. Fortaleza, 2012.

HUNGRIA, M. **Inoculacao com *Azospirillum* brasiliense: inovacao em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 2011.

JAMAMI, N.; BÜLL, L. T.; CORRÊA, J. C.; RODRIGUES, J. D. Resposta da cultura do milho (*Zea mays* L.) à aplicação de boro e de zinco no solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, p. 99-105, 2006.

LANA, M. C.; DARTORA, J.; MARINI, M.; HANN, J. E. Inoculation with *Azospirillum*, associated with nitrogen fertilization in maize. **Revista Ceres**, v. 59, n. 3, p. 399-405, 2012.

MARTINS, M. A. **Microbiologia do solo**. Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2012. Disponível em: <[http://www.uenf.br/Uenf/Downloads/LSOL\\_345\\_1113400965.pdf](http://www.uenf.br/Uenf/Downloads/LSOL_345_1113400965.pdf)>. Acesso em: 14 mar. 2020.

MARTINS, D. C.; BORGES, I. D.; CRUZ, J. C.; NETTO, D. A. M. Produtividade de duas cultivares de milho submetidas ao tratamento de sementes com bioestimulantes fertilizantes líquidos e *Azospirillum* sp. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 2, p. 217-228, 2016.

OLIVEIRA, M. A.; ZUCARELI, C.; SPOLAOR, L. T.; DOMINGUES, A. R.; FERREIRA, A. S. Desempenho agrônômico do milho sob adubação mineral e inoculação das sementes com rizobactérias. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 16, n. 10, p. 1040–1046, 2012.

ORIOLO JÚNIOR, V. O.; PRADO, R. M.; LEONEL, C.L.; CAZETTA, D. A.; SILVEIRA, C. M.; QUEIROZ, R. J. B.; BASTOS, J. C. H. A. G. Modos de aplicação de zinco na nutrição e na produção de massa seca de plantas de trigo. **Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal**, v. 8, p. 28-36, 2008

PERUCHI, M. **Efeitos da aplicação de fertilizantes foliares em culturas anuais**. 66f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 15ª Ed. Piracicaba, ESALQ.2009, 451p.

PRADO, R. M.; ROMUALDO, L. M.; ROZANE, D. E.; VIDAL, A. A.; MARCELO, A.V. Modos de aplicação de zinco na nutrição e na produção de matéria seca do milho BRS 1001. **Bioscience Journal**, v. 24, p. 67-74, 2008.

PRIETO, C. A.; ALVAREZ, J. W. R.; FIGUEREDO, J. C. K.; TRINIDAD, S. A. Bioestimulante, biofertilizante e inoculação de sementes no crescimento e produtividade da soja. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 2, p. 1-8, 2017.

QUADROS, P. D.; ROESCH, L. F. W.; SILVA, P. R. F.; VIEIRA, V. M.; ROEHRS, D. D.; CAMARGO, F. A. Desempenho agrônomo a campo de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum*. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 61, n. 2, p. 209-218, 2014.

ROMUALDO, L. M. **Modos de aplicação de zinco no crescimento inicial de plantas de milho e de sorgo em casa de vegetação**. 43f. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

SALA, V. M. R.; CARDOSO, E. J. B. N.; FREITAS, J. G.; SILVEIRA, A. P. D. Resposta de genótipos de trigo à inoculação de bactérias diazotróficas em condições de campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 833-842, 2007.

SILVA, T.R.B.; GUZELLA, R.E; FREITAS, L. B. de.; MAIA, S. C. M.; Efeito da aplicação de nitrogênio em cobertura e zinco via foliar no milho safrinha em semeadura direta. **Agrarian**, v. 1, n. 2, p. 59-69, 2008.

SOUZA, L. R.; PERES, F. S. B. Uso de biofertilizantes à base de aminoácidos na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 6, n. 87, p. 211-218, 2016.

ZUCARELI, C.; CIL, I. R.; PRETE, C. E. C.; PRANDO, A. M. Eficiência agrônomo da inoculação à base de *Pseudomonas fluorescens* na cultura do milho. **Revista Agrarian**, v. 4, n. 13, p. 152-157, 2011.

Recebido em 14 de abril de 2020

Retornado para ajustes em 12 de maio de 2020

Recebido com ajustes em 13 de maio de 2020

Aceito em 21 de maio de 2020

### Artigos relacionados

[Avaliação do milho submetido a diferentes doses de manganês](#). Paulo Leão de Almeida, Raiane Ferreira de Miranda, José Maria Gomes Neves, Antonio Clarette Santiago Tavares. **Revista Agrária Acadêmica**, v.3, n.3, Mai-Jun (2020), p. 28-39

[Consórcio de plantas forrageiras com a cultura do milho](#). Altamir Matias Pimenta Neto, Ariel Muncio Compagnon, Guilherme Santos Ventura, Fernando Henrique Arriel, Murilo Lopes dos Santos. **Revista Agrária Acadêmica**, v.2, n.4, Jul-Ago (2019), p. 71-82

[Diferentes densidades de plantio na cultura do milho \(\*Zea mays\*\) para produção do mini milho](#). Edson Ferreira Júnior, Ricardo Alexandre Lambert, João Antônio da Silva, Aldaísa Martins da Silva de Oliveira. **Revista Agrária Acadêmica**, v.2, n.3, Mai-Jun (2019), p. 82-88

[Efeito do tratamento de sementes no desenvolvimento inicial na cultura do milho \(\*Zea mays\* L.\)](#). Victor Nogueira Soares, Ricardo Alexandre Lambert, João Antônio da Silva, Aldaísa Martins da Silva de Oliveira. **Revista Agrária Acadêmica**, v.2, n.3, Mai-Jun (2019), p. 89-95

[Seletividade de inseticidas utilizados na cultura do milho a ovos de \*Spodoptera frugiperda\* \(Lepidoptera: Noctuidae\) parasitados por \*Trichogramma pretiosum\* \(Hymenoptera: Trichogrammatidae\)](#). Arley Donato dos Santos, João Luís Ribeiro Ulhôa, Izacari do Nascimento Junior, Rithielle Pereira de Menezes, Ítalo José Santos de Souza. **Revista Agrária Acadêmica**, v.2, n.3, Mai-Jun (2019), p. 139-135

[Caracterização morfológica e divergência genética de populações de milho crioulo do Alto Vale do Jequitinhonha](#). Ricardo Ferreira Campos Pacheco, Amanda Gonçalves Guimarães, Josimar Rodrigues Oliveira, Edelço Aparecida Saraiva, Gilvan Marlon Ferreira dos Santos, Marcia Regina da Costa, Cíntia Gonçalves Guimarães. **Revista Agrária Acadêmica**, v.2, n.2, Mar-Abr (2019), p. 15-26

[Salmonella spp., bactérias heterotróficas, coliformes e \*Escherichia coli\* em fubá milho e derivados após estocagem doméstica](#). Camila Maria Coutinho Moura, Lígia Calina Rocha Pires Ferreira, Rafael Gomes Abreu Bacelar, Maria Christina Sanches Muratori. **Revista Agrária Acadêmica**, v.1, n.1, Mai-Jun (2018), p. 47-57