

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
TROPICAL**

**DOSES DE ZINCO EM DOIS GENÓTIPOS DE MILHO EM
GLEISSOLO HÁPLICO NO MUNICÍPIO DE IRANDUBA-AM**



JULY ANNE AMARAL DE ABREU

MANAUS
2012

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
TROPICAL**

JULY ANNE AMARAL DE ABREU

**DOSES DE ZINCO EM DOIS GENÓTIPOS DE MILHO EM
GLEISSOLO HÁPLICO NO MUNICÍPIO DE IRANDUBA-AM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. José Ricardo Pupo Gonçalves

**MANAUS
2012**


JULY ANNE AMARAL DE ABREU


DOSES DE ZINCO EM DOIS GENÓTIPOS DE MILHO EM GLEISSOLO HÁPLICO NO MUNICÍPIO DE IRANDUBA-AM


Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração Produção Vegetal.

Aprovada em 31 de maio de 2012

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. JOSÉ RICARDO PUPO GONÇALVES
Embrapa Amazônia Ocidental


Dr. INOCÊNCIO JUNIOR de OLIVEIRA
Embrapa Amazônia Ocidental


Prof. Dr. BRUNO FERNANDO FARIA PEREIRA
Universidade Federal do Amazonas

Ficha Catalográfica
(Catalogação realizada pela Biblioteca Central da UFAM)

A162d	<p>Abreu, July Anne Amaral de</p> <p>Doses de zinco em dois genótipos de milho em gleissolo háplico no município de Iranduba - AM / July Anne Amaral de Abreu. - Manaus: UFAM, 2012. 82 f.; il. color.</p> <p>Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) — Universidade Federal do Amazonas, 2012. Orientador: Prof. Dr. José Ricardo Pupo Gonçalves</p> <p>1. Fertilidade do solo 2. Genótipos de milho 3. <i>Zea mays</i> I. Gonçalves, José Ricardo Pupo (Orient.) II. Universidade Federal do Amazonas III. Título</p> <p style="text-align: right;">CDU 631.454:635.67(811.3)(043.3)</p>
-------	---

DEDICO

*Ao meu querido Pai, Senhor Jesus Cristo,
por sempre estar presente,
nos momentos mais difíceis da minha vida,
por ter me dado inspiração, persistência e saúde para concluir este trabalho.*

OFEREÇO

*Aos meus amados pais,
Djalma Ramos de Abreu e
Jovelina Amaral de Abreu*

*Ao meu querido irmão,
Denis Aníbal Amaral de Abreu*

AGRADECIMENTOS

À Deus, por esse momento de realização, por todas as bênçãos concedidas e por ter iluminado e guiado o meu caminho nessa longa jornada.

Ao programa de Pós-graduação em Agronomia Tropical da UFAM, bem como a todos os docentes e funcionários que o compõe, pela oportunidade e realização do curso de mestrado.

À UFAM e à EMBRAPA-AM, por disponibilizarem as condições necessárias para a realização deste trabalho.

À CAPES, pela bolsa de mestrado concedida.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Ricardo Pupo Gonçalves, pela paciência, pelos ensinamentos e por todo o direcionamento e apoio necessários para a conclusão desta dissertação.

Aos amigos e colegas pós-graduandos do PGATR, pelos momentos de descontração, pela companhia e amizade durante esses meses que passamos juntos, compartilhando não só conhecimento, mas também trocando experiência de vida.

A todos os amigos que não são do convívio acadêmico e que sempre torceram por mim.

Enfim, a todos que de alguma forma, direta ou indireta, colaboraram na realização deste trabalho e que, embora não citados aqui, não deixam de merecer o meu agradecimento.

AGRADEÇO

“Pouca ciência torna os homens orgulhosos; muita ciência torna-os humildes. Assim, as espigas vazias elevam a cabeça soberba, enquanto as cheias inclinam-se humildemente para a terra.”

Autor Desconhecido

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar cinco doses de Zn em genótipos de milho cultivados em Gleissolo Háplico no município de Iranduba-AM na safra agrícola de 2010/2011. O solo foi preparado mecanicamente com uma aração e duas gradagens leves e a adubação foi realizada segundo recomendações técnicas para a cultura. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em parcelas subdivididas com 4 repetições. As parcelas foram definidas pelo uso de dois genótipos de milho, sendo um híbrido (AG 1051) e uma variedade (BRS Saracura) e as subparcelas foram constituídas por cinco doses de Zn (0; 1; 2,5; 5; e 10 kg ha⁻¹). Foram avaliadas variáveis fitotécnicas e produtivas (altura da planta, diâmetro do colmo, acamamento, quebração, comprimento e diâmetro da espiga, peso de espigas sem palha, massa de 100 grãos, estande e produtividade de grãos), e realizada análise foliar para verificar os níveis de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) e micronutrientes (Fe, Zn, Cu, Mn). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância para os parâmetros qualitativos e análise de regressão para os parâmetros quantitativos (doses de Zn). As variáveis de crescimento altura de plantas, diâmetro do colmo, número de plantas quebradas e estande apresentaram significância entre os genótipos no teste F da análise de variância, mas somente o diâmetro do colmo apresentou significância no teste de médias, sendo que o híbrido AG 1051 apresentou maior diâmetro (2,01cm) do que a variedade Saracura (1,77cm). Quanto às doses de Zn, houve alterações no comprimento e peso das espigas sem palha, número de grãos por fileira, peso de 100 grãos e produtividade. Com relação à análise foliar houve significância entre os genótipos para as variáveis P, Ca e Zn, sendo que somente o Zn apresentou diferenças significativas para dose e para interação genótipo x dose. Para as variáveis N, K, Mg, Cu, Fe e Mn não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos avaliados. A variedade Saracura apresentou maiores teores foliares de P (3,36 g kg⁻¹) e Ca (3,28 g kg⁻¹), em relação aos absorvidos pelo híbrido AG 1051 (2,86 g kg⁻¹ de P e 2,73 g kg⁻¹ de Ca). No entanto, o híbrido AG 1051 apresentou maiores teores foliares de Zn (24,92 mg. kg⁻¹) em comparação ao apresentado pela variedade Saracura (20,21 mg. kg⁻¹). Em relação ao desempenho produtivo das plantas houve significância para as variáveis diâmetro das espigas e número de grãos por fileira. Para as doses de Zn, as variáveis que apresentaram diferenças significativas foram comprimento e peso das espigas sem palha, número de grãos por fileira, peso de 100 grão e produtividade. Quanto à interação genótipo x dose, a única variável que apresentou diferenças significativas foi o número de grãos por carreira, sendo o híbrido AG 1051 o que obteve maior valor. Para a variável índice da espiga, não houve significância para genótipo, dose e nem para interação entre eles. Apesar das plantas responderem à adubação com sulfato de Zn, os níveis constantes no solo foram suficientes para suprir às necessidades vegetativas e reprodutivas das plantas uma vez que o zinco encontra-se com teores adequados e em forma disponível no gleissolo com alta saturação por bases e altos teores de fósforo.

Palavras-chave: micronutrientes, *Zea mays*, Amazônia, segurança alimentar.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate five doses of Zn in maize genotypes grown in the Haplic Gleysol at municipal district of Iranduba-AM, in the agricultural crop period of 2010/2011. The soil was tilled mechanically with a plowing and two soft disking and fertilizing was done according to technical recommendations for culture. The experimental design was a randomized complete block split plot with four replications. The plots were defined by using two genotypes of maize, being a hybrid (AG 1051) and a variety (BRS Saracura) and the subplots consisted of five doses of Zn (0; 1; 2,5; 5 and 10 kg ha⁻¹). Variables were evaluated in to agronomic parameters and production (plant height, stem diameter, root and stalk lodging, length and ear diameter, ear weight without straw, weight of 100 grains, stand and yield), and leaf analysis performed to verify the levels of nutrients (N, P, K, Ca, Mg) and micronutrients (Fe, Zn, Cu, Mn). The data were subjected to analysis of variance and treatment means compared by Tukey test at 5% significance for qualitative parameters and regression analysis for the quantitative parameters (doses of Zn). Growth variables plant height, stem diameter, number of broken plants and stand showed significant differences between genotypes in the F-test analysis of variance but only stem diameter showed significance in the test medium, and the hybrid AG 1051 showed greater diameter (2,01 cm) from the range than Saracura (1,77 cm). The doses of Zn promoted changes in length and weight of ears without straw, number of kernels per row, 100 grain weight and yield. With respect to leaf analysis between genotypes was significant for the variables P, Ca and Zn, and Zn only showed significant differences in dose and dose x genotype interaction. For the variables N, K, Mg, Cu, Fe and Mn were not significant differences among the treatments. The variety Saracura presented higher concentrations of P (3,36 g kg⁻¹) and Ca (3,28 g kg⁻¹) when compared to 2,86 g kg⁻¹ of P and 2,73 g kg⁻¹ Ca absorbed by the hybrid AG 1051. However, the hybrid AG 1051 showed higher leaf contents of Zn (24,92 mg kg⁻¹) compared to that presented by the variety Saracura (20,21 mg kg⁻¹). In relation to the productive performance of the plants was significant for the diameter of the spikes and number of kernels per row. For the dose of Zn, the variables that were significantly different length and weight of ears without straw, number of kernels per row, 100 grain weight and yield. Regarding the interaction between genotype and dose, the only variable that showed significant differences was the number of grains per row, and the hybrid AG 1051 obtained more value. For variable rate spike was not significant for genotype, dose and not to interaction between them. Although plants respond to fertilization with Zn sulfate the levels in the soil were sufficient to the vegetative and reproductive production since zinc is with suitable levels and fit available in Gleysol with high base saturation and high phosphorus rates.

Keywords: *micronutrients, Zea mays, Amazon, food security.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Temperatura e precipitação ocorridos na Estação Experimental do Caldeirão em Iranduba-AM, ano 2010/2011 (Várzea).	28
Figura 2: Semeadura de milho no município de Iranduba/AM.	32
Figura 3: Desbaste de plântulas de milho.	34
Figura 4: Representação gráfica da equação de regressão estimada para capacidade de troca de cátions efetiva (t) em função das cinco doses de Zn para a variedade Saracura. Iranduba – AM, 2010/2011.	41
Figura 5: Representação gráfica da equação de regressão estimada para capacidade de troca de cátions efetiva (t) em função das cinco doses de Zn no híbrido AG 1051. Iranduba – AM, 2010/2011.	42
Figura 6: Representação gráfica da equação de regressão estimada para capacidade de troca de cátions efetiva (t) em função das cinco doses de Zn entre os genótipos estudados. Iranduba – AM, 2010/2011.	42
Figura 7: Representação gráfica da equação de regressão estimada para os resultados de teores foliares de Zn em função das cinco doses de Zn para a variedade Saracura. Iranduba – AM, 2010/2011.	49
Figura 8: Representação gráfica da equação de regressão estimada para os resultados de teores foliares de Zn em função das cinco doses de Zn para o híbrido AG 1051. Iranduba – AM, 2010/2011.	50
Figura 9: Representação gráfica da equação de regressão estimada para os resultados das médias de teor foliar de Zn em função das cinco doses de Zn para os genótipos utilizados. Iranduba – AM, 2010/2011.	50
Figura 10: Representação gráfica da equação de regressão estimada para os resultados de comprimento das espigas sem palha em função das cinco doses de Zn para a variedade Saracura. Iranduba – AM, 2010/2011.	55
Figura 11: Representação gráfica da equação de regressão estimada para os resultados de comprimento das espigas sem palha em função das cinco doses de Zn para o híbrido AG 1051 Iranduba – AM, 2010/2011.	55
Figura 12: Representação gráfica da equação de regressão estimada para as médias entre os genótipos de doses de Zn em relação ao comprimento da espiga sem palha. Iranduba – AM, 2010/2011.	56

Figura 13: Representação gráfica da equação de regressão estimada para os resultados de número de grãos por fileira da espiga em função das cinco doses de Zn para a variedade Saracura. Iranduba – AM, 2010/2011.	57
Figura 14: Representação gráfica da equação de regressão estimada para os resultados de número de grãos por fileira da espiga em função das cinco doses de Zn para o híbrido AG 1051. Iranduba – AM, 2010/2011.	57
Figura 15: Representação gráfica da equação de regressão estimada para médias entre os genótipos de número de grãos por fileira das espigas em função das cinco doses de Zn. Iranduba – AM, 2010/2011.	58
Figura 16: Representação gráfica da equação de regressão estimada para médias entre os genótipos de peso da espiga sem palha na variedade Saracura em função das cinco doses de Zn. Iranduba – AM, 2010/2011.	59
Figura 17: Representação gráfica da equação de regressão estimada para médias entre os genótipos de peso da espiga sem palha no híbrido AG 1051 em função das cinco doses de Zn. Iranduba – AM, 2010/2011.	59
Figura 18: Representação gráfica da equação de regressão estimada para média entre os genótipos de peso da espiga sem palha nas cultivares estudadas em função das cinco doses de Zn. Iranduba – AM, 2010/2011.	60
Figura 19: Representação gráfica da equação de regressão estimada para peso de 100 grãos em função das cinco doses de Zn para a variedade saracura. Iranduba – AM, 2010/2011.	61
Figura 20: Representação gráfica da equação de regressão estimada para peso de 100 grãos em função das cinco doses de Zn para o híbrido AG 1051. Iranduba – AM, 2010/2011.	61
Figura 21: Representação gráfica da equação de regressão estimada para média de peso de 100 grãos entre os genótipos em função das cinco doses de Zn. Iranduba – AM, 2010/2011.	62
Figura 22: Representação gráfica da equação de regressão estimada para produtividade de grãos na variedade Saracura em função das cinco doses de Zn. Iranduba – AM, 2010/2011.	63
Figura 23: Representação gráfica da equação de regressão estimada para produtividade de grãos no híbrido AG 1051 em função das cinco doses de Zn. Iranduba – AM, 2010/2011.	63
Figura 24: Representação gráfica da equação de regressão estimada para produtividade de grãos nas cultivares estudadas em função das cinco doses de Zn. Iranduba – AM, 2010/2011.	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características químicas do solo onde foi realizado o experimento de <i>Zea mays</i> L. Campo Experimental do Caldeirão, Iranduba – AM, 2010.	31
Tabela 2: Análise de variância (Quadrado médio) de pH, carbono orgânico (C), matéria orgânica (MO), fósforo (P), potássio (K) e sódio (Na) na camada de 0-20 cm do Gleissolo háplico após o cultivo do milho.	38
Tabela 3: Análise de variância (Quadrado médio) de cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio trocável (Al^{+3}), acidez potencial (H+Al), soma de bases trocáveis (SB), CTC efetiva (t) e CTC total (T) na camada de 0-20 cm do Gleissolo háplico após o cultivo do milho.	38
Tabela 4: Análise de variância (Quadrado médio) de saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%) e micronutrientes zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn) e cobre (Cu) na camada de 0-20 cm do Gleissolo háplico após o cultivo do milho.	39
Tabela 5: Valores Médios de pH, carbono orgânico (C), matéria orgânica (MO), fósforo (P), potássio (K) e sódio (Na) na camada 0-20cm do Gleissolo háplico após o cultivo de milho safra 2010/2011 em Iranduba-AM.	39
Tabela 6: Valores médios de cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio trocável (Al^{+3}), acidez potencial (H+Al), soma de bases trocáveis (SB), CTC efetiva (t) e CTC total (T) coletado na camada de 0-20cm em Iranduba-AM.	40
Tabela 7: Valores médios de saturação por bases (v%), saturação por alumínio (m%) e micronutrientes zinco (Zn), ferro (Fé), manganês (Mn) e cobre (Cu) do Gleissolo háplico coletado na camada de 0-20 cm após o cultivo do milho.	40
Tabela 8: Análise de variância (quadrado médio) para altura da planta (altura), altura de inserção da espiga (inserção), diâmetro do colmo (colmo), número de plantas quebradas/acamadas e estande final (estande) das plantas de milho produzidas nas condições edafoclimáticas no município de Iranduba-AM (Várzea).	43
Tabela 9: Valores médios para altura da planta (altura), altura de inserção da espiga (inserção), diâmetro do colmo (colmo), número de plantas quebradas/acamada e estande final (estande) das plantas de milho produzidas nas condições edafoclimáticas no município de Iranduba-AM (Várzea).	43
Tabela 10: Análise de variância (Quadrado médio) das características relacionadas à análise foliar para verificar os níveis de macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) em milho produzido nas condições edafoclimáticas de Iranduba-AM, safra 2010/2011 (Várzea).	47
Tabela 11: Análise de variância (Quadrado médio) das características relacionadas à análise foliar para verificar os níveis de micronutrientes cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn).	47

Tabela 12: Valores médios para Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) em teor foliar produzido nas condições edafoclimáticas de Iranduba-AM, safra2010/2011 (Várzea).47

Tabela 13: Análise de variância (Quadrado médio) das características relacionadas ao desenvolvimento das espigas: comprimento das espigas sem palha (Comp.), diâmetro das espigas sem palha (Diâm.), número de grãos por carreira (carr.) e por fileira (fileira), índice da espiga (I.E.), peso da espiga sem palha (pesp.), peso de 100 grãos (P100) e produtividade (prod.) de milho produzido nas condições edafoclimáticas de Iranduba-AM, 2010/2011 (Várzea).52

Tabela 14: Valores médios para características relacionadas ao desenvolvimento das espigas: comprimento das espigas sem palha (Comp), diâmetro das espigas sem palha (Diâm), número de grãos por carreira (carr) e por fileira (fileira), índice da espiga (IE), peso da espiga sem palha (pesp), peso de 100 grão (P100) e produtividade (prod) de milho produzidas nas condições edafoclimáticas de Iranduba-AM, 2010/2011 (Várzea).52

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVOS.....	16
2.1. Objetivo geral.....	16
2.2. Objetivos específicos.....	16
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1. Os solos de várzea.....	17
3.2. A cultura do milho.....	18
3.2.1. Aspectos gerais e descrição botânica.....	18
3.2.2. Fenologia do milho.....	19
3.2.3. Componentes do rendimento.....	21
3.3. Produção e produtividade no Brasil.....	22
3.4. Produção no Amazonas.....	23
3.5. O Zinco.....	24
3.5.1. As funções e a deficiência do nutriente.....	24
3.5.2. As interações do Zinco com outros nutrientes.....	27
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	28
4.1. Local.....	28
4.2. Dados climatológicos.....	28
4.3. Solos de várzea.....	29
4.4. Preparo do solo e análise química.....	29
4.5. Genótipos utilizados.....	31
4.5.1. Híbrido AG 1051.....	31
4.6. Semeadura.....	32
4.7. Delineamento Experimental.....	33
4.8. Tratos culturais.....	33
4.8.1. Adubação com sulfato de zinco.....	33
4.8.2. Controle de plantas daninhas e insetos.....	33
4.8.3. Desbaste.....	33
4.8.4. Adubação nitrogenada de cobertura.....	34
4.9. Avaliações em Campo.....	34
4.10. Colheita.....	35
4.11. Avaliações pós-colheita.....	36
4.11.1. Avaliações realizadas nas espigas restantes da área útil de cada parcela.....	37
4.12. Análises estatísticas.....	37
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
5.2.1. Altura da planta.....	44
5.2.2. Altura de Inserção da espiga.....	44
5.2.3. Diâmetro do colmo.....	45
5.2.4. Número de plantas quebradas e acamadas.....	45
5.2.5. Estande final de plantas.....	46
5.6. Comprimento das espigas sem palha.....	52
5.7. Diâmetro das espigas sem palha e número de grãos por carreira.....	53
5.7. Número de grãos por fileira.....	53
5.8. Peso das espigas sem palha.....	53
5.9. Peso de 100 grãos.....	54
5.10. Produtividade de grãos.....	54
6. CONCLUSÕES.....	65
7. REFERÊNCIAS.....	66

1. INTRODUÇÃO

O milho, *Zea mays* L. é um dos cereais mais importantes cultivados no mundo e, há séculos vem sendo utilizado na alimentação humana e animal. Mais recentemente, seu uso tem sido incrementado na indústria para a produção amido, óleo, álcool, bebidas e outros produtos.

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, com cerca de 13 milhões de hectares cultivados, superado apenas pelos EUA e China. A produtividade média nacional é baixa, em torno de 3,2 t ha⁻¹ de grãos (CONAB, 2009) e a cultura ocupa uma área cultivada considerável no território brasileiro gerando empregos no setor agrícola.

O cereal é produzido em quase todo o território brasileiro, nas mais diferentes regiões e com os mais variados sistemas de produção, sendo que a maior parte da área plantada é ocupada com milho destinado à produção de grãos. Tradicionalmente, os maiores produtores e exportadores estão concentrados nos Estados de São Paulo e Paraná, mas a cultura vem ganhando bastante espaço no Centro-Oeste do país.

Na Região Norte, a produção de grãos em 2009 foi de 29.252 toneladas em 12.200 hectares com rendimento médio de 2.397 kg ha⁻¹ sendo que a contribuição do Estado do Amazonas nesta produção foi de apenas 2%. (IBGE 2009).

Segundo dados do IBGE (2010), o Estado do Amazonas possui aproximadamente 13.952 ha plantados, 34.880 toneladas produzidas e rendimento médio de 2.500 kg/ha com milho em grãos.

No Estado do Amazonas, a área de plantio e a produtividade são baixas, devido a vários fatores como temperaturas altas, umidade excessiva, a ocorrência de plantas daninhas, a baixa densidade de plantas e a utilização inadequada de fertilizantes, estando entre eles à suplementação com Zn.

Os solos no Brasil são geralmente pobres em Zn, este micronutriente que possui a função de ativador enzimático de diversos processos metabólicos, como na produção do triptofano que é precursor das auxinas responsáveis pelo crescimento de tecidos da planta. O Zn influencia também a produção de matéria seca da parte aérea de culturas como arroz, feijão, milho, soja e trigo. A deficiência de zinco na maioria das culturas ocasiona o encurtamento dos internódios, menor pegamento da florada e formação de frutos menores.

Apesar de muitas pesquisas realizadas em outros Estados terem mostrado respostas positivas do milho à adubação com Zn, poucos estudos têm sido realizados em ambiente amazônico.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de doses de Zn no desenvolvimento e produtividade de dois genótipos de milho cultivados em Gleissolo Háptico no município de Iranduba-AM.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar o efeito de doses de Zn no desenvolvimento e produtividade de dois genótipos de milho cultivados em Gleissolo Háplico no município de Iranduba-AM.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Verificar a disponibilidade de Zn para as plantas em solo de várzea com alto teor de fósforo e alta saturação por bases;
- ✓ Determinar a curva de resposta de produtividade de dois genótipos de milho em função de doses crescentes de Zn em Gleissolo Háplico (várzea baixa);
- ✓ Determinar a melhor dose de Zn para o híbrido AG 1051 e para variedade Saracura visando obter altas produtividades em Gleissolo Háplico (várzea baixa) no município de Iranduba-AM.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Os solos de várzea

A planície aluvial que margeia os rios de águas barrentas, ricas em material suspenso, como o Amazonas, Juruá, Madeira e Purus, e que está sujeita à inundação sazonal é, regionalmente, denominada várzea. A várzea compreende grandes faixas de terras, podendo alcançar até 100 km de largura (IRIONDO, 1982), em um complexo sistema de canais, lagos, ilhas e diques marginais (SIOLI, 1951).

Geologicamente, as várzeas podem ser divididas naquelas formadas no Pleistoceno, (cerca de 18.000 anos) e em outras formadas no Holoceno (cerca de 5.000 anos), ambas formadas pelas flutuações do nível do mar e dos rios, devido às glaciações nestes períodos. Os ecossistemas de várzea na bacia Amazônica representam uma área de aproximadamente 200.000 km² (JUNK, 1983; FURCH, 2000).

Na várzea do Solimões/Amazonas, os solos normalmente apresentam teores elevados de silte e de areia fina. São frequentemente, eutróficos, apresentando elevados valores de capacidade de troca de cátions e de cátions trocáveis, especialmente Ca²⁺, Mg²⁺ e, em alguns casos, Na⁺ e Al³⁺ (KITAGAWA e MÖLLER, 1979; IRION, 1984; MÖLLER, 1986).

O uso racional das áreas de várzeas irrigáveis representa, para vários estados brasileiros, uma das alternativas para a expansão econômica da fronteira agrícola e o milho constitui numa alternativa cultural para essas áreas (VELOSO et al., 2009).

Segundo Fajardo et al. (2009), os ecossistemas de várzea ao longo da calha dos rios baixo Solimões e médio Amazonas possuem alta disponibilidade de P, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn e Fe. Em relação ao K, as maiores concentrações foram obtidas na calha do baixo Rio Solimões, mostrando que esse nutriente em algumas áreas de várzea pode-se tornar limitante.

Os referidos autores verificaram que os solos sob as florestas e capoeiras apresentaram acidez elevada e valores tóxicos de Al trocável. Os níveis de MOS e N no solo foram baixos confirmando que o N é um dos principais nutrientes limitantes para a produção agrícola em área de várzea na Amazônia.

De acordo com Cravo et al, (2002), a maioria dos solos das várzeas dos rios de água barrenta do Estado do Amazonas apresentam teores de carbono orgânico e nitrogênio total relativamente baixo.

O regime hidrológico dos níveis de água alto e baixo torna a várzea suscetível a alterações ecológicas, tanto nos solos quanto nos lagos. No período de nível de água alto, as várzeas são “fertilizadas” pelos sedimentos em suspensão que é depositado, tornando essas áreas as mais férteis da região Amazônica. Mas, em contrapartida, pode proporcionar contaminação do solo e água devido à emissão de resíduos tóxicos (herbicidas e inseticidas) e não poderá produzir o ano todo devido a constantes inundações do solo em alguns meses, geralmente iniciando no mês de março a abril (FERREIRA et al.,1999).

Para o uso de áreas de várzea, é importante conhecer as principais alterações químicas provocadas pela fertilização e correção ou mesmo pelo arejamento deficiente em certas épocas do ano, que afetam o crescimento e o desenvolvimento das plantas (COSTA et al., 2009).

3.2. A cultura do milho

3.2.1. Aspectos gerais e descrição botânica

O milho (*Zea mays* L.) pertence à família Poaceae, originária da América Central, sendo cultivado em praticamente todas as regiões do mundo, nos hemisférios norte e sul, desde climas úmidos a regiões secas. Trata-se de um alimento rico em carboidratos,

considerado como energético e é também fonte de óleo, fibras, vitaminas E, B1, B2 e ácido pantotênico, além de possuir alguns minerais, como o fósforo e o potássio (MATOS, 2006).

O cereal é considerado uma das principais espécies utilizadas no mundo, visto que anualmente são cultivados cerca de 140 milhões de hectares, contribuindo para a produção de 610 milhões de toneladas de grãos. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, com uma produção de 54 milhões de toneladas numa área de 13 milhões de hectares, apresentando um rendimento médio de 4.000kg/ha. A produção de milho no Brasil tem-se caracterizado pela divisão da produção em duas épocas de plantio denominadas safra e safrinha ou segunda safra. Mais recentemente, tem aumentado a produção obtida na safrinha que se refere ao milho de sequeiro, plantado extemporaneamente, em fevereiro ou março (ABRAMILHO, 2011).

Atualmente, a área plantada não é suficiente para atender as demandas do mercado interno, gerando problemas de abastecimento para a indústria nacional. A solução para esse problema passa pela expansão da área plantada e pelo aumento da produtividade das áreas atualmente cultivadas, além da escolha adequada de um híbrido que corresponda às características da determinada região onde será implantado (LIBERA, 2010).

3.2.2. Fenologia do milho

O milho é uma planta de ciclo bastante variado. Em nossas condições, as cultivares variam entre 110 e 180 dias em função dos genótipos (super precoce, precoce e tardio), período este compreendido entre a semeadura e a colheita (BATISTA, 2010).

No desenvolvimento das plantas, existem quatro variáveis ambientais que têm influência decisiva desde o plantio até a maturação que são: temperatura (do ar e do solo), precipitação pluviométrica, radiação solar e fotoperíodo que contribuem em maior ou menor

grau em função do estágio fenológico em que se encontra. A taxa de desenvolvimento da planta para qualquer híbrido está diretamente relacionada com a temperatura, de tal forma que o período de tempo entre os diferentes estádios varia de acordo com as variáveis de temperatura, tanto dentro de uma safra quanto entre safras. (QUEIROZ et al., 2011).

Seu ciclo compreende diferentes fases de desenvolvimento. De maneira geral são assim definidas: Germinação e emergência, crescimento vegetativo, florescimento, frutificação, maturidade. Sendo este relativamente curto e indicativo do final do ciclo de vida da planta, denominado ponto de maturidade fisiológica (FANCELLI e DOURADO NETO, 1999).

De acordo com Ritchie et al. (2003), as fases vegetativa (V) e reprodutiva (R) são divididas em estádios. 1) VE (emergência); 2) V1 (planta com a primeira folha desenvolvida); 3) V2 (segunda folha desenvolvida); 4) V3 (terceira folha desenvolvida); 5) V4 (quarta folha desenvolvida); 6) V(n) (onde “n” igual ao número da folha desenvolvida); 7) VT (emissão da inflorescência masculina); 8) R1 (emissão da inflorescência feminina); 9) R2 (grãos bolha d’água); 10) R3 (grãos leitosos); 11) R4 (grãos pastosos); 12) R5 (formação de dente) e R6 (maturidade fisiológica).

O estágio V4 é definido quando 50% das plantas presentes na área cultivada apresentam quatro folhas totalmente desenvolvida (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000a). O sistema radicular em desenvolvimento já se encontra com considerável porcentagem de pelos absorventes e ramificações diferenciadas, sugerindo que, em períodos posteriores ao estágio V4, operações inadequadas de cultivo muito próximas às plantas poderão afetar a densidade e distribuição das raízes.

O estágio V8 é definido quando 50% das plantas presentes na área cultivada apresentam oito folhas totalmente desenvolvida. Este período é caracterizado pelo crescimento do colmo em diâmetro e comprimento, bem como pela aceleração do processo de

formação da inflorescência masculina, além da presença de oito folhas desenvolvidas, indicativa deste estágio (IOWA STATE UNIVERSITY, 1993).

O estágio V12 é caracterizado quando 50% das plantas presentes na área cultivada apresentam doze folhas totalmente desenvolvida (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000b). Neste estágio, além da alta taxa de crescimento experimentada pelo colmo e inflorescências, pode ocorrer também a perda de quatro folhas mais velhas, bem como o início do desenvolvimento das raízes aéreas, a partir do primeiro nó presente acima da superfície do solo (TOLLENNAR et al., 1979).

O estágio V15 representa a continuação do período mais importante e crucial para o desenvolvimento da planta, em termos de fixação do rendimento. Desse ponto em diante, um novo estágio foliar ocorre a cada um ou dois dias. Estilos-estigmas iniciam o crescimento nas espigas. Em torno do estágio V17, as espigas atingem um crescimento tal que suas extremidades já são visíveis no caule, assim como a extremidade do pendão já pode também ser observada. Em V18, a planta do milho encontra-se a uma semana do florescimento e o desenvolvimento da espiga continua em ritmo acelerado (BRASIL, 2006).

Segundo os referidos autores, no pendramento, VT inicia-se quando o último ramo do pendão está completamente visível e os “cabelos” não tenham ainda emergido. A emissão da inflorescência masculina antecede de dois a quatro dias a exposição dos estilos-estigmas; no entanto, 75% das espigas devem apresentar seus estilos-estigmas expostos, após o período de 10-12 dias posterior ao aparecimento do pendão.

3.2.3. Componentes do rendimento

O milho é a gramínea mais sensível à variação na densidade de plantas. Para cada sistema de produção, existe uma população que maximiza o rendimento de grãos. A

população ideal para maximizar o rendimento de grãos de milho varia de 30.000 a 90.000 plantas ha⁻¹ (CRUZ et al., 2007).

Os principais componentes do rendimento de grãos de milho são determinados pela densidade de plantas, prolificidade ou número de espigas por planta, número médio de fileiras de grãos por espiga, número médio de grãos por fileira e massa média do grão.

A densidade de plantas deve ser estabelecida de acordo com as características morfofisiológicas dos genótipos, época de semeadura e nível de manejo adotado na lavoura. Os componentes de rendimento de grãos de milho são definidos durante o desenvolvimento da planta (BATISTA, 2010).

Com relação ao número de grãos, ele é variável em função das cultivares. O número de grãos potencialmente capazes de se desenvolverem em uma espiga é influenciado por fatores ambientais. Há evidência de uma relação inversa entre número de filas de grãos por espiga e número de grãos viáveis por fileira (número de grãos por espiga permanece praticamente o mesmo). A espiga apresenta sempre um número par de fileiras e, quanto maior a tendência à prolificidade (maior número de espigas por planta), menor o número de grãos por espiga (LIBERA, 2010).

3.3. Produção e produtividade no Brasil

Em termos de produção, segundo dados da Faostat (2009), o Brasil tem se destacado como um dos grandes produtores mundiais de milho (51,2 milhões de toneladas métricas), ficando atrás apenas dos Estados Unidos (333 milhões de toneladas) e da China (163,0 milhões de toneladas), mas, apesar disto, a produtividade brasileira ficou aquém dos principais produtores mundiais.

No Brasil, a concentração da produção de milho é voltada preferencialmente para o mercado interno, abastecendo as atividades para criação de animais. Os segmentos que mais consomem milho são a avicultura e a suinocultura. Em 2010, a estimativa para estes segmentos foi de 22.994 mil toneladas para aves e 13.169 mil toneladas para suínos, um percentual de 43,78% e 25,07% do consumo nacional do grão, respectivamente.

Segundo o Portal do Agronegócio (2012), o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), está otimista em relação à produção de milho para a safra 2012/13. Afirma que o mercado não terá problema de abastecimento, pois a estimativa é que 2013 inicia-se com um estoque do produto de 10,5 milhões de toneladas, considerado o maior da história, e a perspectiva de estoque final de 17,6 milhões de toneladas, mesmo com um consumo projetado de 50,5 milhões de toneladas e exportações de 15 milhões de toneladas, valores estimados mesmo havendo alguma retração na produção.

3.4. Produção no Amazonas

A atividade agrícola amazonense reflete pequena importância na economia do Estado. Reduzindo as atividades extrativas, a agricultura de subsistência tornou-se a principal fonte de sustentação da população do interior (SOUSA, 2008).

Considerando o crescimento da população urbana e a expansão das atividades dos setores produtivos que utilizam o milho em suas atividades, existe uma tendência para o aumento da importação desse produto (XAVIER et al., 1999).

A produção de milho tem crescido, porém o consumo e a demanda têm aumentado mais que a produção. A transformação desta situação somente poderá ser superada com o uso de tecnologia e orientação técnica adequada desde o planejamento e instalação da lavoura até a colheita e comercialização do produto.

3.5. O Zinco

3.5.1. As funções e a deficiência do nutriente

A produtividade agrícola pode ser limitada em algumas regiões do Brasil pela deficiência de micronutrientes decorrente da baixa fertilidade natural desses solos, da maior remoção nas colheitas e do uso crescente de corretivo da acidez aplicado e superfície, principalmente no sistema plantio direto. Além disso, a maior pureza nos fertilizantes NPK, que deixam de fornecer micronutrientes como impurezas, têm contribuído para a ocorrência de deficiências de micronutrientes no solo (BORTOLON e GIANELLO, 2009).

Entre os micronutrientes, o Zn é considerado elemento de grande importância na nutrição das plantas, pois participa como componente de um grande número de enzimas, sendo que suas funções básicas na planta estão relacionadas ao metabolismo de carboidratos, proteínas e fosfatos, e na formação de estruturas das auxinas, RNA e ribossomos. (PRADO et al., 2008).

O milho é uma das plantas que mais respondem à aplicação de Zn no solo, proporcionando ganhos na produção de matéria seca e grãos (GALRÃO e MESQUITA FILHO, 1981; RITCHEY et al., 1986; THIND et al., 1990), inclusive com efeito residual de um cultivo para outro quando em doses acima de 5mg dm⁻³ (THIND et al., 1990).

Segundo Malavolta et al. (1991), o Zn também está relacionado ao metabolismo de fenóis, à formação de amido, ao aumento no tamanho e multiplicação celular e à fertilidade do grão de pólen. Decaro et al. (1983) citam que resultados obtidos por diversos autores mostram efeitos positivos do Zn perante a cultura do milho, o qual proporciona aumentos na altura das plantas, do número de folhas, da produção de forragens e de grãos, bem como aumento do conteúdo total de proteína nos grãos.

Cabe salientar que, apesar das incontestáveis vantagens proporcionadas pela adição de Zn na adubação da cultura de milho, muitos autores citam a existência de riscos perante o uso de doses elevadas desses elementos, principalmente se concentrados no sulco de semeadura.

A constatação do efeito depressivo do uso de micronutrientes em adubação é bastante comum em nosso meio, mesmo que em condições experimentais. Acentua-se, desta maneira, o conceito geral de que existe uma estreita relação entre nível tóxico e nível desejável dos micronutrientes para determinadas culturas (FREITAS et al., 2009).

Como muitos fatores afetam a disponibilidade dos micronutrientes no solo, é de se esperar que o nível tolerável de adubação com determinado micronutriente varie bastante em função do solo e do clima para uma mesma cultura. Além disso, espécies de plantas e genótipos dentro da mesma espécie de plantas diferem na resistência ao excesso de Zn (ABRANCHES et al., 2009).

O Zn é absorvido predominantemente como Zn^{2+} . Sua função metabólica é baseada na sua forte tendência de formar complexos com o nitrogênio, o oxigênio e o enxofre, conferindo um papel muito importante em relação à ativação de várias enzimas, além de uma função estrutural (MALAVOLTA et al., 1989).

Este micronutriente é fortemente adsorvido aos colóides do solo, principalmente pela fração mineral (RAIJ, 1991). Shuman (1975), afirma que tal adsorção pode ser influenciada por várias propriedades e características do solo como pH, CTC, teor de matéria orgânica, teor de cátions e ânions solúveis, tipo e teor de argila, óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio.

O Zn é geralmente mais disponível para as plantas em solos ácidos do que em solos alcalinos (MALAVOLTA, 1980). Tisdale et al. (1985) relataram que a disponibilidade de Zn diminui cerca de 100 vezes com o aumento de uma unidade de pH.

A mobilidade desse elemento no solo depende, fundamentalmente, das reações químicas de adsorção e dessorção que ocorrem entre ele e os componentes sólidos do sistema. Essas reações são influenciadas por vários fatores, merecendo destaque a presença de ligantes orgânicos e inorgânicos, a presença de óxidos, os teores de carbono e do pH do solo (TITO et al., 2011).

Pode ocorrer, também, segundo Raij (1991), precipitação na forma de hidróxido de Zn insolúvel, ficando assim, indisponível para as plantas. A matéria orgânica afeta a disponibilidade do micronutriente de formas antagônicas: aumentando a solubilidade através da formação de complexos orgânicos com ácidos orgânicos, aminoácidos e ácidos fúlvicos; diminuindo-a devido à formação de complexos orgânicos insolúveis que reduzem a disponibilidade; liberação de exudados e ligantes pela raiz, os quais complexam o elemento na rizosfera; os microorganismos imobilizam o Zn na biomassa e depois o liberam na mineralização (ABRANCHES et al., 2009).

A deficiência de zinco nas plantas pode estar associada à sua ocorrência no material de origem, sendo mais provável ocorrer deficiência em solos derivados de material calcário, tanto de origem grosseira quanto fina, com teores naturalmente baixos de zinco no material de origem. (JARVIS, 1981).

Os sintomas de deficiência de Zn em plantas de milho aparecem nas folhas mais novas, que se tornam pequenas e formam roseta, devido ao encurtamento dos internódios. Perdem a coloração verde e podem se tornar tortas ou necróticas (FURLANI e FURLANI, 1996).

Por outro lado, a toxicidade de Zn se manifesta pela diminuição da área foliar, seguida de clorose, podendo aparecer na planta toda, um pigmento pardo-avermelhado, talvez um fenol (MALAVOLTA et al., 1997). Além disso, os autores complementam que no xilema de algumas plantas intoxicadas por Zn acumulam-se tampões “plugs”, contendo o elemento, os quais dificultam a ascensão da seiva bruta. O excesso de Zn pode provocar sintomas também semelhantes à deficiência de Fe, pois ocorre diminuição na sua absorção, além do P. Existem plantas com alta tolerância a Zn, podendo atingir teor de 20 g kg⁻¹ de Zn (FREITAS et al., 2009).

3.5.2. As interações do Zinco com outros nutrientes

A interação de nutrientes é, provavelmente, um dos fatores mais importantes que afetam a produtividade das culturas anuais, podendo ser positiva, negativa ou neutra. Esta interação pode ser medida pelo crescimento das plantas e pelo teor dos nutrientes no tecido vegetal, ocorrendo na superfície das raízes ou no interior da planta. As interações podem variar de nutriente para nutriente entre as espécies e, até mesmo, entre cultivares da mesma espécie. Por esta razão, o assunto é muito complexo e, até os dias atuais, não bem elucidado nas culturas anuais (ROZANE et al., 2009).

Problemas nutricionais com Zn têm sido constatados em decorrência de crescentes adubações fosfatadas, fazendo com que a interação P x Zn seja objeto de vários estudos. Altas doses de P parecem diminuir os teores de Zn na parte aérea. Além disso, aplicações de Zn afetam os teores de fósforo nos tecidos foliares. (ROZANE et al., 2009). Desbalanços nutricionais, decorrentes da interação do Zn com outros nutrientes, têm sido relatados na literatura, a exemplo: Zn x N (MARSCHNER, 1995); Zn x Ca (BARBOSA FILHO et al., 1992, FURLANI et al., 2005); Zn x Mg (MONNET et al., 2001); Zn x B (NABLE et al., 1997); Zn x Cu (LUO e RIMMER, 1995) e Zn x Mn (MONNET et al., 2001).

Existe muita controvérsia quando se discute a interação Zn/P. Diversos autores afirmam que os problemas gerados pela interação ocorrem no solo onde a disponibilidade e a taxa de difusão de Zn é reduzida por um elevado suprimento de P. Outros, no entanto, asseguram que estes ocorrem no interior da planta, alterando processos metabólicos sugeriu que altos teores de P podem afetar a disponibilidade de Zn (MUNER et al., 2011).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local

O experimento foi realizado no Campo Experimental Caldeirão da **Embrapa** Amazônia Ocidental, localizado no município de Iranduba e situado a 03°15' S e 60°13' W e altitude de 30 m (VARELLA e OLIVEIRA, 2009).

4.2. Dados climatológicos

O clima da área é do tipo Af_i, pertencente ao grupo de clima tropical chuvoso de acordo com a classificação de Koppen (VIANELLO e ALVES, 2002).

Alguns dados climatológicos referentes ao ano de 2010/2011 do ecossistema de várzea estão apresentados na Figura 1.

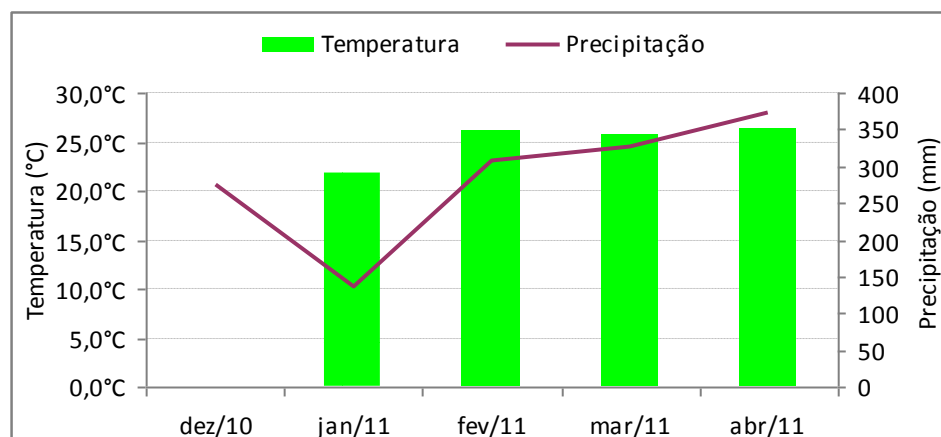


Figura 1: Temperatura e precipitação ocorridos na Estação Experimental do Caldeirão em Iranduba-AM, ano 2010/2011 (Várzea).

4.3. Solos de várzea

O solo de várzea é classificado, segundo EMBRAPA (1999), como Gleissolo háplico eutrófico e considerado de alta fertilidade natural com valores elevados de P, Ca e Mg trocáveis, saturação por bases e baixos teores de alumínio (GONÇALVES, 2008).

4.4. Preparo do solo e análise química

O solo foi preparado mecanicamente em novembro de 2010 com uma aração e duas gradagens leves em área que foi deixada em pousio após o cultivo de milho na safra anterior.

Antes da instalação do ensaio foi realizada coleta de três amostras de solo em zig zag na profundidade de 0 a 20 cm, misturou-se formando assim uma amostra composta (Tabela 1). Os parâmetros químicos do solo foram analisados no Laboratório de Análise de Solo e Planta da Embrapa Amazônia Ocidental, segundo metodologia de Embrapa (1997). Foram realizadas as seguintes avaliações: pH (H₂O); P, K, Ca, Mg, Al⁺⁺⁺ (acidez trocável); H + Al (acidez potencial) e micronutrientes.

Foram avaliados o pH, matéria orgânica, cálcio, potássio, enxofre, magnésio, alumínio e acidez potencial de acordo com a Embrapa (1997). Os teores de Fe, Mn, Zn e Cu foram extraídos pela solução de Mehlich-1 (HCl 0,05 mol L⁻¹ e H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹).

➤ pH em CaCl₂ (Acidez Ativa)

Medida de atividade de hidrogênio (H⁺) com eletrodo combinado de vidro e referência, na suspensão do solo em CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ utilizando a relação solo: solução de 1 : 2,5.

➤ Matéria Orgânica

Método volumétrico pelo dicromato de potássio. O carbono da matéria orgânica da amostra é oxidado a CO₂ e o cromo (Cr) da solução extratora é reduzido da Valência + 6

(Cr+6) à valência + 3 (Cr3+) Foi obtida de forma indireta, através de curva padrão, que relaciona as quantidades de matéria orgânica e a absorvância do extrato preparado com dicromato de sódio, pelo método colorimétrico. Foi utilizada a relação solo: solução de 1: 10. (DIÓGENES, 2011).

➤ Potássio, cálcio e magnésio - Melhich-1

Extração dos teores disponíveis de amostras de solo, sendo do potássio, por fotometria de chama e do cálcio e magnésio, por espectrofotometria de absorção atômica. Foi utilizada a relação solo: água: 10.

➤ Fósforo – Mehlich-1

A solução extratora de Mehlich-1 ou dupla ação, constituída pela mistura de HCL 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹. O fósforo extraído foi determinado espectrofotometricamente por meio da leitura da intensidade da cor do complexo fosfomolibdico, produzido pela redução do molibdato com o ácido ascórbico.

➤ H + Al (acidez potencial)

A acidez obtida pela extração com solução tamponada de acetato de cálcio N pH 7,0. Pode ser denominada como acidez extraível ou acidez titulável e é por vezes referida erroneamente como acidez trocável. Permite calcular a CTC do solo definida como a soma das bases mais acidez potencial.

➤ Alumínio

A extração do alumínio trocável foi feita utilizando uma solução de KCl 1mol/L, por ser um sal neutro, sendo a quantificação do alumínio realizada pelo emprego de solução de NaOH 0,025 mol L⁻¹. Foi utilizada a relação solo: solução de 1: 10.

Por meio das análises anteriormente descritas, foram calculados os seguintes índices: soma de bases (S) = Ca⁺² + Mg⁺² + K⁺ + Na⁺; capacidade de troca catiônica (T) = S + Al⁺³ +

H; saturação por bases (V %) = $100 S/T$; saturação por alumínio (m %) = $100 Al^{+3}/S+ Al^{+3}$, conforme Embrapa (1997).

Na Tabela 1 encontram-se os resultados de análise química do solo retirado na camada 0-20 cm antes da instalação do experimento.

Tabela 1. Características químicas do solo onde foi realizado o experimento de *Zea mays* L. Campo Experimental do Caldeirão, Iranduba – AM, 2010.

pH	C	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al
H ₂ O	-----g kg ⁻¹ -----		-----mg dm ⁻³ -----		-----cmol _c dm ⁻³ -----				
5,99	4,43	7,62	77	56	24	8,62	2,38	0,00	2,72
SB	t	T	V	m		Fe	Zn	Mn	Cu
-----cmol _c -----		-----%-----		-----mg dm ⁻³ -----					
11,25	11,3	14	80,51	0,00		250	4,85	43,3	4,21

4.5. Genótipos utilizados

4.5.1. Híbrido AG 1051

Um dos genótipos utilizados foi o milho híbrido duplo AG 1051 Agrocere. Este híbrido possui ciclo semi-precoce em torno de 115 dias, com florescimento aos 59 dias, dependendo das condições ambientais, apresenta caule verde com cera e altura média de 2,53 m. A produtividade média é de 9.000 kg ha⁻¹ (FERREIRA, H.A. et al. 2010).

O híbrido duplo de milho AG 1051 é líder na produção de milho verde e pamonha, podendo também ser utilizado para silagem por apresentar grande quantidade de massa verde de alta digestibilidade (Sementes Agrocere, 2007). O AG 1051 é bastante utilizado na agricultura familiar, uma vez que além do bom rendimento de polpa, proporciona bons resultados como milho grão. (AGUIAR, R. A. et al.2009).

4.5.2. Variedade Saracura

A variedade utilizada foi a Saracura (BR 4154), variedade de polinização livre de ciclo precoce, os grãos são semi-duros/alaranjados. A altura da planta é de 2,35 m e da inserção da espiga de 1,32 m. A população recomendada é de 45.000 a 50.000 plantas por hectare. O trabalho de melhoramento dessa variedade foi direcionado para dotá-la de capacidade para suportar períodos temporários de encharcamento do solo (EMBRAPA, 2007).

O milho Saracura é próprio para plantio em áreas de várzea ou com excesso temporário de água e pode ser usado para a produção de grãos, milho verde e forragem. Apesar de ser tolerante ao encharcamento do solo durante o seu crescimento, as sementes do milho saracura apenas germinam em solo úmido não encharcado (EMBRAPA, 2007).

4.6. Semeadura

A semeadura foi realizada em 1 de dezembro de 2010, mecanicamente em linha com 8 sementes por metro linear, visando obter uma população de 88.000 plantas por hectare. Foram utilizados dois genótipos de milho (híbrido AG 1051) e a variedade Saracura (BRS 4154).



Figura 2: Semeadura de milho no município de Iranduba/AM.

4.7. Delineamento Experimental

O experimento foi realizado em blocos casualizados em parcela subdivididas com 4 repetições. As parcelas foram definidas pelos dois genótipos de milho e as subparcelas definidas pela aplicação manual de sulfato de zinco com cinco doses de Zn (0; 1; 2,5; 5; e 10 kg ha⁻¹), totalizando 40 unidades experimentais.

Cada sub-parcela experimental foi constituída de 5 fileiras de 5 m de comprimento espaçadas a 0,9 m, sendo a área útil de cada parcela correspondente às 3 linhas centrais, totalizando 27m².

4.8. Tratos culturais

4.8.1. Adubação com sulfato de zinco

As doses de Zn equivalentes a 0; 1; 2,5; 5; e 10 kg ha⁻¹ foram aplicadas manualmente por ocasião da semeadura.

4.8.2. Controle de plantas daninhas e insetos

Foi aplicado herbicida pré-emergente atrazina+s-metolacloro na dosagem de 4L/ ha⁻¹, logo após a operação de semeadura.

Uma semana após a semeadura, foi aplicado inseticida metamidofós na dosagem de 1mL/L visando o controle de lagartas e pragas de solo.

4.8.3. Desbaste

Aos 15 dias após a emergência, foi realizado o desbaste, mantendo-se cinco plantas por metro linear.



Figura 3: Desbaste de plântulas de milho.

4.8.4. Adubação nitrogenada de cobertura

A adubação nitrogenada foi realizada manualmente em linhas com sulfato de amônio (120 kg ha^{-1}) de N (Fornasieri, 2007) que foi dividida em duas doses, aplicando-se a primeira quando as plantas estavam nos estádios de 3-4 (70% do produto) e (30%) com 6-7 folhas completamente desenvolvida.

4.9. Avaliações em Campo

A seguir, as avaliações realizadas com a cultura em campo:

- Altura da planta

Quando o florescimento masculino atingiu 50%, foi avaliada a altura média de dez plantas da área útil de cada parcela. As medições foram realizadas diretamente na planta com

o uso de régua milimetrada, medindo-se do nível do solo até o nó de inserção da folha bandeira.

➤ Diâmetro do colmo

Foi medido o diâmetro médio de dez plantas representativas de cada parcela, acima da inserção da primeira espiga, obtido por meio de um paquímetro. Procedimento realizado após o florescimento masculino atingir 50%.

➤ Análise foliar

Na fase do pendramento, foram retiradas dez folhas de cada parcela e devidamente etiquetadas e encaminhadas para análise foliar segundo recomendações de Raij et al (1996).

➤ Estande final

Foi determinado contando-se o número de plantas existentes na área útil de cada parcela por ocasião da colheita. Os dados totais obtidos foram transformados para plantas por hectare.

➤ Plantas quebradas, acamadas e número de espigas por planta.

Na época de colheita, foram quantificadas plantas quebradas/acamadas e a quantidade de espiga da área útil de cada parcela.

4.10. Colheita

A colheita foi realizada manualmente na última semana de abril de 2011. Após a colheita, foram retiradas amostras simples de solo entre linha em cada sub-parcela, na profundidade de 0 a 20 cm, num total de 40 amostras.

Tanto nas análises de solo como na análise foliar, foram determinados os teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) e micronutrientes (Fe, Zn, Cu, Mn). As análises químicas

do solo e das plantas do milho foram realizadas no Laboratório de Análise de Solo e Planta da Embrapa Amazônia Ocidental, segundo metodologia de EMBRAPA (1997).

4.11. Avaliações pós-colheita

Foram feitas as seguintes avaliações: quantidade de espiga por parcela, e seu peso com palha. Após este procedimento, foram avaliadas ao acaso 10 espigas de cada parcela.

A seguir, as avaliações realizadas nas 10 espigas:

- Peso das espigas com palha. Foram colocadas em uma balança todas as 10 e foi anotado seu peso. Em seguida, verificamos o peso de cada espiga individualmente e separamos cada uma e de acordo com essa ordem foram feitas às próximas avaliações;
- Peso das 10 espigas sem palha. Despalhamos cada espiga individualmente e de acordo com a ordem anterior verificamos o peso de cada espiga, onde a primeira espiga a ser pesada com palha foi a primeira a ser pesada sem palha e assim ocorreu com todas as 10, segue-se essa ordem para todas as avaliações seguintes;
- Comprimento das espigas. Com o auxílio de uma régua, foi verificado o comprimento de cada espiga individualmente seguindo-se a mesma ordem de peso;
- Quantidade de grãos por fileira. Foram quantificados manualmente os grãos contidos em uma fileira de cada espiga;
- Diâmetro das espigas. Foi utilizado um paquímetro para verificarmos o diâmetro de cada espiga;
- Por último, foram misturadas e colocadas todas as 10 na balança para verificar o peso total das 10 espigas sem palha. Logo após, foram debulhados mecanicamente os seus grãos e verificado o seu peso em cada parcela.

4.11.1. Avaliações realizadas nas espigas restantes da área útil de cada parcela

- Peso das espigas sem palha. Foram misturadas e pesadas todas as espigas restantes por parcela;
- Peso dos grãos. Foram debulhados mecanicamente e pesados os grãos de todas as espigas restantes da área útil por parcela;
- Umidade dos grãos. Feito isto, foi verificada a umidade dos grãos das espigas da área útil de cada parcela separadamente através de um medidor G 800 da marca Gehaka, que se encontra no laboratório de sementes da Embrapa Amazônia Ocidental;
- Peso de 100 grãos. Após realizarmos estes procedimentos, foram separadas cinco amostras de 50 grãos por parcela e colocadas em cinco sacos de papel devidamente identificados (50 grãos em cada saco). Em seguida, foram pesados todos os 50 grãos de cada saco, tirada a média e multiplicado por dois para se ter o peso de 100 grãos.

4.12. Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos qualitativos (genótipos) comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Os dados quantitativos (doses de Zn) foram submetidos à análise de variância e feita análise de regressão para determinação da melhor dose. Para análise dos dados foi utilizado o software estatístico SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas) versão 5.1.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. SOLO

Foram realizadas análises de solo para verificar as condições de fertilidade após o cultivo do milho e os resultados da análise de variância são apresentados nas Tabelas 2, 3 e 4.

Tabela 2: Análise de variância (Quadrado médio) de pH, carbono orgânico (C), matéria orgânica (MO), fósforo (P), potássio (K) e sódio (Na) na camada de 0-20 cm do Gleissolo háplico após o cultivo do milho.

Fonte de variação (FV)	Grau de liberdade (GL)	pH H ₂ O	C	MO	P	K	Na
Repetição	3	0,15	6,67	19,73	224,3	97,26	26,03
Genótipo	1	0,05 ^{ns}	2,96 ^{ns}	8,76 ^{ns}	75,62 ^{ns}	122,50 ^{ns}	52,90 ^{ns}
Erro 1	3	0,32	15,38	45,62	25,82	234,03	17,50
Dose	4	0,20 ^{ns}	1,41 ^{ns}	4,16 ^{ns}	8,68 ^{ns}	157,85 ^{ns}	7,02 ^{ns}
Gen*dose	4	0,42 ^{ns}	0,85 ^{ns}	2,52 ^{ns}	20,93 ^{ns}	68,12 ^{ns}	4,27 ^{ns}
Erro 2	24	0,24	2,85	8,43	16,41	145,00	10,68
CV (%)		9,55	62,20	62,28	8,08	26,93	17,32

**Significativo a 5% probabilidade; * significativo até 10% de probabilidade; ^{ns}= não significativo.

Os resultados para as variáveis pH em H₂O, carbono orgânico (C), matéria orgânica (MO), fósforo (P), potássio (K) e sódio (Na) não apresentaram significância pelo Teste F ao nível de 5% de probabilidade para os fatores genótipos e doses, bem como para a interação desses dois fatores (Tabela 2).

Tabela 3: Análise de variância (Quadrado médio) de cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio trocável (Al⁺³), acidez potencial (H+Al), soma de bases trocáveis (SB), CTC efetiva (t) e CTC total (T) na camada de 0-20 cm do Gleissolo háplico após o cultivo do milho.

Fonte de variação (FV)	Grau de liberdade (GL)	Ca	Mg	Al ⁺³	H+Al	SB	t	T
Repetição	3	0,27	0,02	0,45	1,55	0,17	0,32	1,36
Genótipo	1	0,28 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,26**	1,05 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,11 ^{ns}	3,56**
Erro 1	3	0,14	0,04	0,02	0,63	0,28	0,16	0,15
Dose	4	0,06 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,23*	0,48 ^{ns}
Gen*dose	4	0,06 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,12 ^{ns}
Erro 2	24	0,10	0,01	0,05	0,15	0,17	0,11	0,20
CV (%)		4,71	8,22	18,05	25,82	4,98	3,49	2,80

**Significativo a 5% probabilidade; * significativo até 10% de probabilidade; ^{ns}= não significativo.

As variáveis cálcio (Ca), magnésio (Mg), acidez potencial (H+Al), soma de bases trocáveis (SB) e CTC efetiva (t) não foram significativas para os fatores genótipos, doses, assim como a interação entre eles. Já as variáveis alumínio trocável (Al³⁺) e CTC total (T) apresentaram significância pelo Teste F ao nível de 5% de probabilidade para o fator genótipo (Tabela 3), mas não foram significativas para os fatores doses e para a interação entre genótipos e doses.

Tabela 4: Análise de variância (Quadrado médio) de saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%) e micronutrientes zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn) e cobre (Cu) na camada de 0-20 cm do Gleissolo háplico após o cultivo do milho.

FV	GL	V%	m%	Zn	Fe	Mn	Cu
Repetição	3	54,71	31,26	1,14	7649,36	71,19	0,48
Genótipo	1	22,69 ^{ns}	21,02**	0,73 ^{ns}	8526,40 ^{ns}	269,15 ^{ns}	0,35 ^{ns}
Erro 1	3	29,38	2,19	0,42	24968,06	426,50	0,07
Dose	4	6,06 ^{ns}	3,67 ^{ns}	0,12 ^{ns}	8403,33 ^{ns}	177,07 ^{ns}	0,05 ^{ns}
Gen*dose	4	3,82 ^{ns}	3,14 ^{ns}	0,58 ^{ns}	5342,21 ^{ns}	116,84 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Erro 2	24	6,76	3,99	0,42	5664,25	134,52	0,05
CV (%)		6,96	20,76	12,02	44,53	44,56	6,23

**Significativo a 5% probabilidade; * significativo até 10% de probabilidade; ^{ns}= não significativo.

Dentre as variáveis saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%) e micronutrientes zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn) e cobre (Cu), somente a variável saturação por alumínio (m%) foi significativa para o fator genótipo, sendo os demais fatores não significativos pelo Teste F (Tabela 4).

Na Tabela 5 encontram-se os valores médios para as variáveis pH, carbono orgânico (C), matéria orgânica (MO), fósforo (P), potássio (K) e sódio (Na) na camada de 0-20 cm do Gleissolo háplico após o cultivo do milho.

Tabela 5: Valores Médios de pH, carbono orgânico (C), matéria orgânica (MO), fósforo (P), potássio (K) e sódio (Na) na camada 0-20cm do Gleissolo háplico após o cultivo de milho safra 2010/2011 em Iranduba-AM.

Genótipos	pH H2O	C	MO	P	K	Na
			g/kg		mg/dm ³	
Saracura	5,96	6,03	10,37	61,50	58,55	25,30
AG-1051	6,03	6,57	11,31	64,25	55,05	23,00
Média geral	5,99	6,30	10,84	62,87	56,80	24,15
DMS	0,57	3,94	6,79	5,11	15,39	4,20
CV (%)	9,55	62,20	62,28	8,08	26,93	17,32

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 6: Valores médios de cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio trocável (Al^{+3}), acidez potencial (H+Al), soma de bases trocáveis (SB), CTC efetiva (t) e CTC total (T) coletado na camada de 0-20cm em Iranduba-AM.

Genótipos	Ca	Mg	Al^{+3}	H+Al	SB	t	T
	cmol _c /dm ³			cmol _c /dm ³			
Saracura	8,12	2,52	0,74 b	3,23	10,90	11,65 a	14,14 a
AG-1051	7,95	2,43	0,91 a	2,91	10,63	11,54 a	13,54 b
Média geral	8,04	2,47	0,82	3,07	10,77	11,60	13,84
DMS	0,38	0,20	0,15	0,79	0,54	0,40	0,39
CV (%)	4,71	8,22	18,05	25,82	4,98	3,49	2,80

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 7: Valores médios de saturação por bases (v%), saturação por alumínio (m%) e micronutrientes zinco (Zn), ferro (Fé), manganês (Mn) e cobre (Cu) do Gleissolo háplico coletado na camada de 0-20 cm após o cultivo do milho.

Genótipos	V%	m%	Zn	Fe	Mn	Cu
	mg/dm ³					
Saracura	77,13	6,41 a	5,54	369,45	48,94	4,56
AG-1051	78,63	7,86 a	5,27	340,25	43,75	4,37
Média geral	77,88	7,13	5,41	354,85	46,34	4,46
DMS	5,45	1,49	0,65	159,02	20,78	0,28
CV (%)	6,96	20,76	12,02	44,53	44,56	6,23

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Como pode ser verificado nas Tabelas 5, 6 e 7, apenas as variáveis alumínio trocável (Al^{+3}), e CTC Total (T) apresentaram diferenças significativas no teste de médias. A saturação por alumínio (m%), embora tenha apresentado diferença significativa para genótipo pelo teste F, não apresentou diferença significativa no teste de médias.

Com relação ao alumínio trocável, o solo cultivado com o híbrido AG 1051 apresentou maior teor de Al^{+3} (0,91cmol_c/dm³) quando comparado com o solo cultivado com a variedade Saracura (0,74 cmol_c/dm³). Embora tenha sido verificado este aumento nos teores de alumínio no solo cultivado com o híbrido, não foi verificada diferença significativa na saturação por alumínio. No entanto, o solo apresentou valores maiores que a condição inicial quando os teores de Al^{+3} e saturação por alumínio eram nulos.

O aumento no Al, no entanto, não foi o responsável pela variação na CTC Total (T), já que a CTC total apresentou menores valores para o solo cultivado com Saracura, apresentou

maior capacidade de troca de cátions ($14,14 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$) comparando-se ao apresentado pelo híbrido AG 1051 ($13,54 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$).

Uma das explicações para a diminuição da CTC total pode ser a maior exigência nutricional e exportação de nutrientes pelo híbrido. No experimento foi verificado que os níveis de potássio e cálcio no solo decresceram com maior relevância no solo cultivado com o híbrido. Embora não haja diferença significativa entre os genótipos em relação a estas variáveis o montante exportado pode explicar esta diminuição na CTC total. Ribeiro & Vilela (2007), afirmam que as adubações com Zn levam a uma diminuição do teor de K na planta e deficiência de Zn eleva os teores de Ca, Mg e K.

Com relação a doses, somente a variável CTC efetiva apresentou alterações com diferença estatística significativa.

Nas Figuras 4, 5 e 6 estão representadas as equações e curvas da análise de regressão para capacidade de troca de cátions efetiva (t), sendo o R^2 (coeficiente de determinação) da variedade Saracura, do híbrido AG 1051 e da média das cultivares foram 0,66, 0,81 e 0,77 respectivamente.

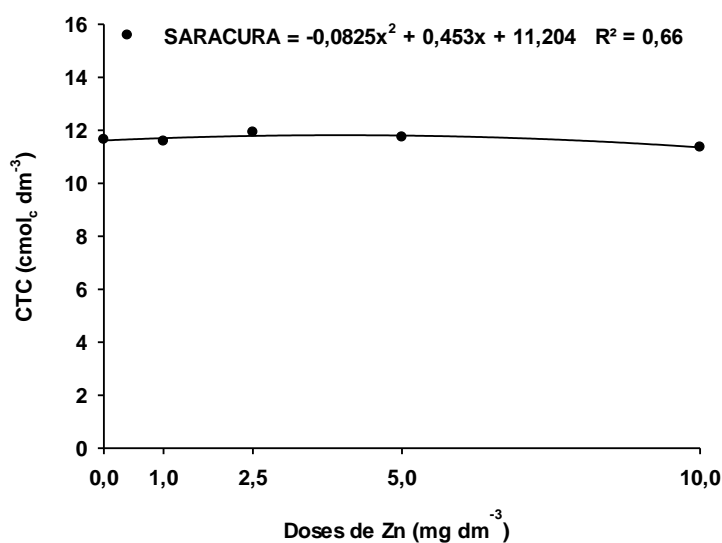


Figura 4: Representação gráfica da equação de regressão estimada para capacidade de troca de cátions efetiva (t) em função das cinco doses de Zn para a variedade Saracura. Iranduba – AM, 2010/2011.

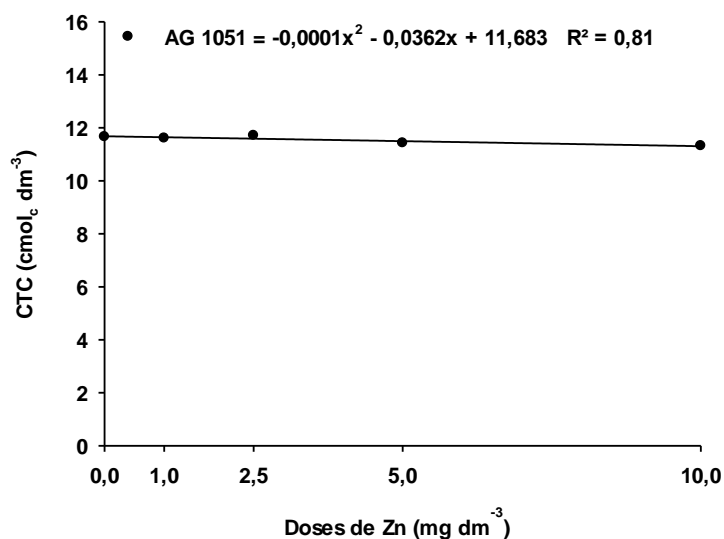


Figura 5: Representação gráfica da equação de regressão estimada para capacidade de troca de cátions efetiva (t) em função das cinco doses de Zn no híbrido AG 1051. Iranduba – AM, 2010/2011.

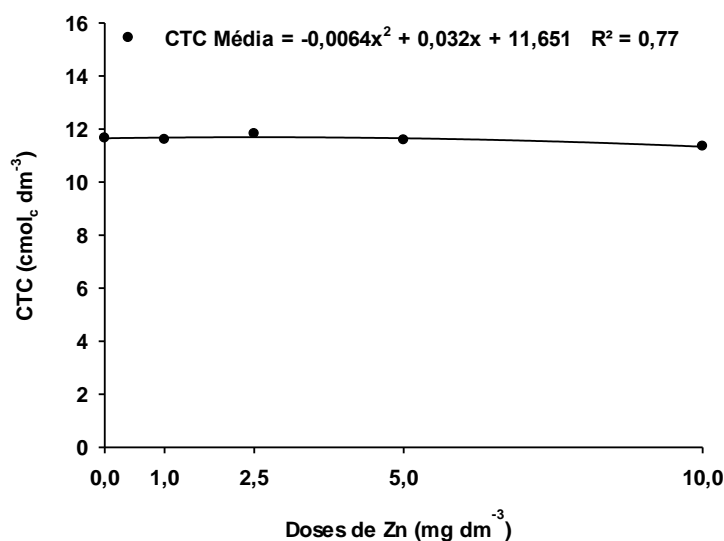


Figura 6: Representação gráfica da equação de regressão estimada para capacidade de troca de cátions efetiva (t) em função das cinco doses de Zn entre os genótipos estudados. Iranduba – AM, 2010/2011.

Nas Figuras 4, 5 e 6 observamos que o aumento na dose de zinco elevou os valores de t até a dose 2,5 kg ha⁻¹ nos genótipos estudados. A partir deste valor o incremento de Zn²⁺ absorção e adsorção ao solo diminuiram a CTC efetiva, provavelmente pela disputa de sítios

de adsorção que foram ocupados pelo Zn, que apresenta valência positiva e podem ter ocupado o sítio de adsorção de outros cátions como o cálcio e o potássio.

Foram realizadas avaliações dos parâmetros fitotécnicos (altura de plantas, altura de inserção da espiga, diâmetro do colmo, número de plantas quebradas/acamadas e estande final) cujos resultados são apresentados nas Tabelas 6 e 7.

Tabela 8: Análise de variância (quadrado médio) para altura da planta (altura), altura de inserção da espiga (inserção), diâmetro do colmo (colmo), número de plantas quebradas/acamadas e estande final (estande) das plantas de milho produzidas nas condições edafoclimáticas no município de Iranduba-AM (Várzea).

Fonte de variação (FV)	Grau de liberdade (GL)	Altura	Inserção	Colmo	Quebrada	Acamada	Estande
Repetição	3	0,02	0,01	0,04	10,2	5,96	50194256
Genótipo	1	0,09*	0,017 ^{ns}	0,61**	31,86*	1,60 ^{ns}	510974780,62**
Erro 1	3	0,01	0,01	0,006	5,0382	3,33	50860659
Dose	4	0,002 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,005 ^{ns}	3,17 ^{ns}	0,65 ^{ns}	131776149,53 ^{ns}
Ge*Dose	4	0,001 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	0,012 ^{ns}	3,65 ^{ns}	2,47 ^{ns}	8799904,06 ^{ns}
Erro 2	24	0,005	0,002	0,006	9,96	1,46	91662100
Cv(%)		5,08	9,41	4,17	92,85	214,79	13,11

**Significativo a 5% probabilidade; * significativo até 10% de probabilidade; ^{ns}= não significativo.

Na Tabela 8 pode ser verificado que houve significância entre os genótipos no teste F da análise de variância para as variáveis altura de plantas, diâmetro do colmo, número de plantas quebradas e estande.

Tabela 9: Valores médios para altura da planta (altura), altura de inserção da espiga (inserção), diâmetro do colmo (colmo), número de plantas quebradas/acamada e estande final (estande) das plantas de milho produzidas nas condições edafoclimáticas no município de Iranduba-AM (Várzea).

Genótipos	Altura (m)	Inserção (m)	Colmo (cm)	Quebrada (unid)	Acamada (unid)	Estande pl ha ⁻¹
Saracura	2,16 a	1,10	1,77 b	3,31 a	1,05	57963 a
AG-1051	2,07 a	1,06	2,01 a	1,52 a	0,65	50814 a
Média geral	2,12	1,08	1,89	2,41	0,85	50388,92
DMS	0,10	0,10	0,07	2,25	1,83	7177,13
CV (%)	5,08	9,41	4,17	92,85	214,79	13,11

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na análise do teste de médias (Tabela 9), a única variável que apresentou diferença significativa foi o diâmetro do colmo, com o híbrido apresentando colmo mais grosso (2,01cm) que a variedade (1,77cm).

5.2. Variáveis fitotécnicas

5.2.1. Altura da planta

Os genótipos apresentaram o mesmo desempenho em relação à altura das plantas com média geral (2,12 m). Diógenes (2011) não verificou diferença na altura da planta entre as cultivares AG 1051 e Saracura em ambiente de várzea, obtendo 1,85 m para média geral do ensaio. De acordo com Pereira et al (2010), quanto maior a altura das plantas maior a altura de inserção da primeira espiga e menor a produtividade de grãos.

Segundo Büll (1993), o Zn tem interferência direta na altura de plantas de milho, pois o referido elemento é necessário á produção de triptofano que é um aminoácido precursor do ácido indol-acético, o qual é um hormônio promotor do crescimento.

5.2.2. Altura de Inserção da espiga

Em relação à inserção da espiga, os genótipos apresentaram altura similares com média geral (1,08 m) no ensaio. Soares (2003), avaliando as influências dos micronutrientes boro e Zn no milho híbrido Cargill 909, em ambiente de terra firme concluiu que as aplicações de doses crescentes de Zn no sulco de semeadura não exerceram influência significativa sobre a altura de inserção da espiga.

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”, em semeadura direta observaram que a aplicação de Zn aumentou a altura de inserção de espigas.

5.2.3. Diâmetro do colmo

O híbrido AG 1051 apresentou maior diâmetro do colmo (2,01 cm) do que a variedade Saracura (1,77 cm). Diógenes (2011) observou que o híbrido AG 1051 e a variedade Saracura apresentaram o mesmo desempenho em relação ao diâmetro do colmo, com média (1,45 cm) entre as cultivares estudadas no mesmo ambiente deste ensaio.

Dourado (2003), estudando a influência de N e Zn na cultura do milho verificou que as aplicações de doses crescentes de Zn no sulco de semeadura, não exerceram influência significativa sobre o diâmetro de colmo das plantas de milho.

De acordo com Diógenes (2011), quanto maior o diâmetro, menos susceptível é a planta ao acamamento e ao quebramento. Dourado et al. (2003) afirmam que os valores correspondentes ao número de plantas acamadas, provavelmente decorre em função do diâmetro do colmo e altura da planta.

O colmo do milho, além de suportar as folhas e partes florais, serve também como órgão de reserva de fotoassimilados. Após a floração, o fluxo de fotoassimilados é direcionado prioritariamente ao enchimento de grãos. Quando o aparato fotossintético não produz fotoassimilados em quantidade suficiente para a manutenção dos tecidos, a maior demanda exercida pelos grãos por esses produtos leva os tecidos da raiz e da base do colmo a senescerem precocemente, fragilizando essas regiões (GOMES et al., 2010).

5.2.4. Número de plantas quebradas e acamadas

Os genótipos utilizados apresentaram o mesmo comportamento em relação à quantidade de plantas quebradas e acamadas, o que pode ter influenciado neste resultado é o coeficiente de variação do ensaio que foi extremamente alto (92,85%) e (214,79%), respectivamente. Embora o CV% tenha apresentado valores altos, o número de plantas

quebradas e acamadas foi baixo em relação ao número de plantas total. O alto CV% se deve ao fato que em algumas parcelas não houve quebramento e acamamento e os valores foram nulos, acarretando em um alto coeficiente de variação.

Ferreira et al. (2009) encontraram coeficientes de variação de 42% para percentagem de plantas acamadas e 41,4% para a de quebradas. Marchão et al. (2005) encontraram os coeficientes de variação de 176 e 107%, para plantas acamadas, e 130 e 191%, para as quebradas.

5.2.5. Estande final de plantas

Para a variável estande final, os genótipos apresentaram o mesmo desempenho, a média geral do experimento foi de 54388 pl ha⁻¹. Diógenes (2011) não observou diferenças entre a variedade Saracura e o híbrido AG 1051, com média geral de 71.980 pl.ha⁻¹.

Segundo Cruz e Pereira Filho (2003b) para os híbridos são recomendados uma maior densidade de cultivo. Para as variedades não é indicado aumentar o número de plantas por unidade de área, pois aumentaria a competição intra-genotípica da variedade, reduzindo o potencial de rendimento.

5.3. Nutrição das plantas

A seguir, são apresentados os resultados da análise foliar onde foram determinados os teores de macro e micronutrientes nas plantas cujos resultados são apresentados nas Tabelas 10 e 11.

Tabela 10: Análise de variância (Quadrado médio) das características relacionadas à análise foliar para verificar os níveis de macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) em milho produzido nas condições edafoclimáticas de Iranduba-AM, safra 2010/2011 (Várzea).

Fonte de variação (FV)	Grau de liberdade (GL)	N	P	K	Ca	Mg
Repetição	3	7,16	0,11	30,70	0,060	0,17
Genótipo	1	6,37 ^{ns}	2,48**	7,78 ^{ns}	2,97**	0,000010 ^{ns}
Erro 1	3	22,11	0,22	2,75	0,22	0,08
Dose	4	2,46 ^{ns}	0,13 ^{ns}	4,52 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,04 ^{ns}
Ge*Dose	4	5,02 ^{ns}	0,15 ^{ns}	3,79 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Erro 2	24	3,24	0,12	5,54	0,09	0,03
Cv (%)		18,71	15,06	7,17	15,68	20,93

**Significativo a 5% probabilidade; * significativo até 10% de probabilidade; ^{ns}= não significativo.

Tabela 11: Análise de variância (Quadrado médio) das características relacionadas à análise foliar para verificar os níveis de micronutrientes cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn).

Fonte de variação (FV)	Grau de liberdade (GL)	Cu	Fe	Mn	Zn
Repetição	3	0,37	8989,94	120,36	22,99
Genótipo	1	2,32 ^{ns}	4083,02 ^{ns}	866,109 ^{ns}	221,74**
Erro 1	3	4,337	3554,36	282,40	19,89
Dose	4	1,949 ^{ns}	943,16 ^{ns}	26,85 ^{ns}	27,91**
Ge*Dose	4	1,359 ^{ns}	1261,74 ^{ns}	84,38 ^{ns}	15,99**
Erro 2	24	0,93	4217,65	93,64	7,638
Cv (%)		20,46	25,27	28,86	19,76

**Significativo a 5% probabilidade; * significativo até 10% de probabilidade; ^{ns}= não significativo.

Nas Tabelas 10 e 11 podemos observar que houve significância entre os genótipos no teste F da análise de variância para as variáveis P, Ca e Zn, sendo que somente o Zn apresentou diferenças significativas para dose e para interação genótipo x dose.

Tabela 12: Valores médios para Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) em teor foliar produzido nas condições edafoclimáticas de Iranduba-AM, safra2010/2011 (Várzea).

Genótipos	N	P g kg ⁻¹	K	Ca	Mg	Cu	Fe mg kg ⁻¹	Mn	Zn
Saracura	24,73	3,36a	22,70	3,28a	1,40	10,42	246,06	62,88	20,21b
AG-1051	25,53	2,86b	23,59	2,73b	1,40	9,94	225,85	53,57	24,92a
Média geral	25,13	3,11	23,14	3,00	1,40	10,18	235,95	58,22	22,57
DMS	4,73	0,47	1,67	0,47	0,29	2,09	59,99	16,91	4,48
CV (%)	18,71	15,06	7,17	15,68	20,93	20,46	25,27	28,86	19,76

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A avaliação do estado nutricional das plantas através da análise foliar é de importância fundamental, não só pelo diagnóstico adequado em si, mas principalmente porque a interpretação desses resultados é usada na recomendação e aplicação de nutrientes, fornecendo uma orientação precisa quanto às práticas de manejo para altas produtividades. Dessa forma, essas análises servem como norte para medidas corretivas tais como uso de fertilizantes, rotação de culturas, adubação verde, uso de cobertura morta, etc. A análise química de plantas é um instrumento avaliador da qualidade dos alimentos destinados ao homem e a animais domésticos, às vezes considerada mais importante que a análise de solos (SOUZA et al., 2012).

De acordo com Fornasieri (2007), os teores de P, K, Ca, Cu, Fe, Mn e Zn apresentados nos tecidos foliares deste ensaio estão nos níveis adequados para a cultura, exceto N e Mg que apresentaram valores um pouco abaixo dos teores considerados adequados para a cultura do milho (Tabela 12).

Segundo Queiroz et al. (2011), a dose de 120 kg ha⁻¹ de N proporciona o melhor retorno econômico, independentemente da fonte utilizada, sendo a mesma aplicada neste trabalho. Assim, mesmo com aplicação em cobertura, os teores foliares ficaram com valores abaixo do considerado ideal para a cultura.

A variedade Saracura apresentou maior teor foliar de P (3.36 g kg⁻¹) e Ca (3.28 g kg⁻¹), em relação a 2.86 g kg⁻¹ de P e 2.73 g kg⁻¹ de Ca, absorvidos pelo híbrido AG 1051. Santos et al. (2009), afirmam que o híbrido AG 1051 possui melhor capacidade em absorver os nutrientes do solo que outras cultivares que ele avaliou.

O híbrido AG 1051 apresentou maiores teores foliares de Zn (24.92 mg. kg⁻¹) em comparação ao apresentado pela variedade Saracura (20.21 mg.kg⁻¹). Segundo Coutinho et al. (2007), cultivares menos produtivos, ou de baixa tecnologia (no caso das variedades)

apresentam menor exigência em Zn. Talvez esta seja a explicação para os menores teores encontrados nas folhas de milho do experimento.

Com relação às doses de Zn, foi observado que os dados foram significativos para os teores de Zn nas folhas nas duas cultivares.

O R^2 (coeficiente de determinação) da equação da variedade Saracura, do híbrido AG 1051 e da média das cultivares foram 83%; 83% e 83% respectivamente, conforme pode ser verificado nas Figuras 7, 8 e 9.

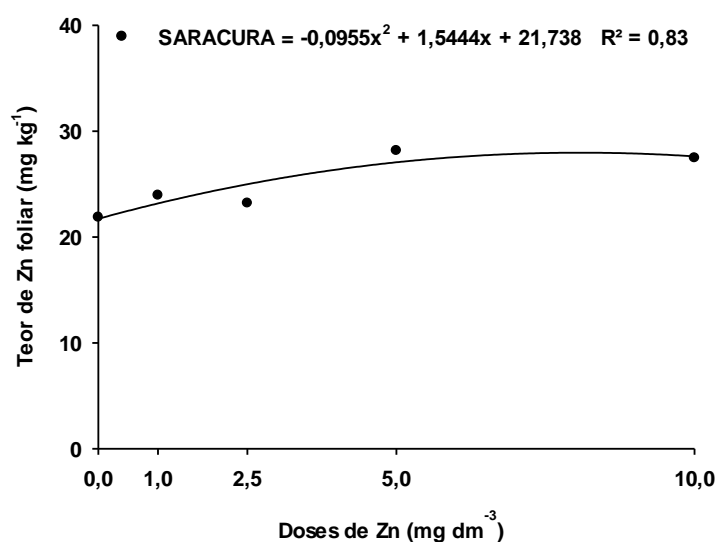


Figura 7: Representação gráfica da equação de regressão estimada para os resultados de teores foliares de Zn em função das cinco doses de Zn para a variedade Saracura. Iranduba – AM, 2010/2011.

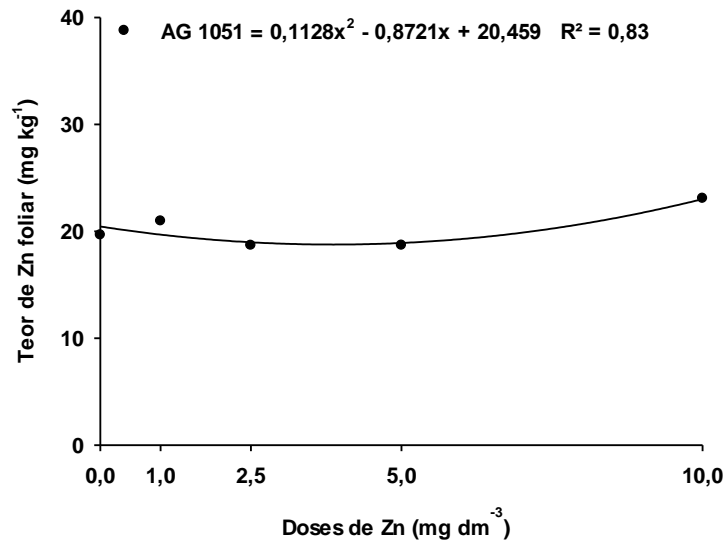


Figura 8: Representação gráfica da equação de regressão estimada para os resultados de teores foliares de Zn em função das cinco doses de Zn para o híbrido AG 1051. Iranduba – AM, 2010/2011.

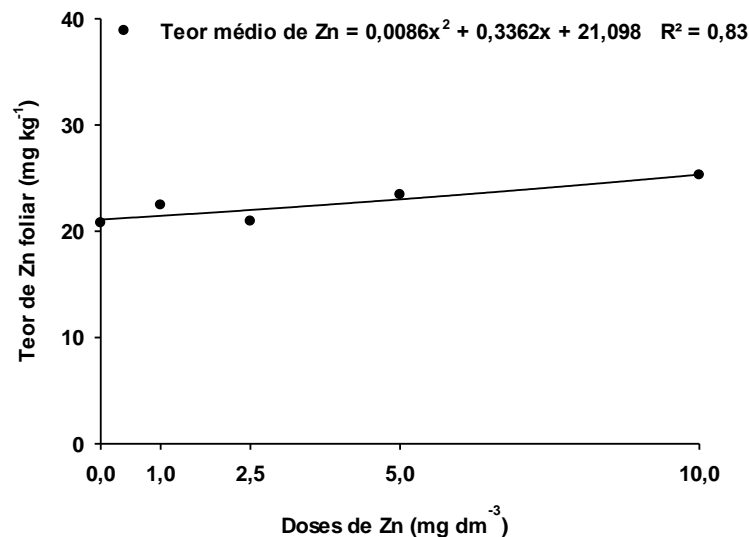


Figura 9: Representação gráfica da equação de regressão estimada para os resultados das médias de teor foliar de Zn em função das cinco doses de Zn para os genótipos utilizados. Iranduba – AM, 2010/2011.

Nas Figuras 7, 8 e 9 pode ser verificado que os genótipos utilizados apresentaram na dose 0 teores foliares de Zn adequados para a cultura do milho. Segundo 5ª aproximação

(1999), os teores ideais devem ser (20-70 mg kg⁻¹ de Zn), apesar disso, os genótipos continuam absorvendo este micronutriente com a aplicação de sulfato de Zn. Na variedade Saracura, a dose 0 obteve (21,87g/kg⁻¹ de Zn), sendo que na dose 10 absorveu (27,46 g/ kg⁻¹ de Zn). O híbrido AG 1051 obteve na dose 0 (19,67 g/kg⁻¹ de Zn), com absorção de (23,08 g/kg⁻¹ de Zn) obtido pela maior dose.

DECARO et al (1983), estudando o efeito de doses e fontes de zinco na cultura do milho, verificaram que a aplicação de zinco na fonte sulfato e óxido (0, 5, 10 e 15 kgha⁻¹) proporcionaram aumentos no teor foliar de zinco, sendo que a dose de 5 kg ha⁻¹, foi suficiente para promover um teor adequado de zinco na cultura.

Prado et al, (2007), avaliando os efeitos de doses e fontes de zinco via semente, sobre a nutrição e o crescimento inicial de uma cultivar de milho P 30K75 verificou que a aplicação de Zn em sementes de milho proporcionou maior absorção do nutriente, quando a fonte utilizada foi o sulfato, sendo a mesma fonte utilizada neste trabalho.

5.4. Componentes de produção

Foram realizadas avaliações dos parâmetros de desenvolvimento das espigas (comprimento e diâmetro das espigas sem palha, número de grãos por carreira/fileira, índice da espiga, peso da espiga, peso de 100 grãos e produtividade) cujos resultados são apresentados nas Tabelas 13 e 14.

Tabela 13: Análise de variância (Quadrado médio) das características relacionadas ao desenvolvimento das espigas: comprimento das espigas sem palha (Comp.), diâmetro das espigas sem palha (Diâm.), número de grãos por carreira (carr.) e por fileira (fileira), índice da espiga (I.E.), peso da espiga sem palha (pesp.), peso de 100 grãos (P100) e produtividade (prod.) de milho produzido nas condições edafoclimáticas de Iranduba-AM, 2010/2011 (Várzea).

FV	Gl	Comp	Diâm.	Carr.	Fileira	I.E.	PESP.	P100 grãos	Prod.
Repetição	3	5,89	2,16	0,06	21,95	0,016	1144,96	3,58	869080,29
Genótipo	1	3,02 ^{ns}	67,60**	19,60 ^{ns}	1,22*	0,0007 ^{ns}	518,40 ^{ns}	2,00 ^{ns}	55949,65 ^{ns}
Erro 1	3	0,82	5,13	0,46	13,29	0,001	773,80	6,11	134243,32
Dose	4	3,56**	5,35 ^{ns}	0,21 ^{ns}	16,66**	0,008 ^{ns}	1554,16**	17,09**	649205,06*
Gen*Dose	4	0,21 ^{ns}	5,35 ^{ns}	1,03**	3,28 ^{ns}	0,03 ^{ns}	592,83 ^{ns}	1,79 ^{ns}	57647,10 ^{ns}
Erro 2	24	0,83	3,56	0,22	4,79	0,01	422,30	3,85	268235,02
CV (%)		6,11	5,26	4,91	12,76	5,24	22,98	8,56	8,44

**Significativo a 5% probabilidade; * significativo até 10% de probabilidade; ^{ns}= não significativo.

Tabela 14: Valores médios para características relacionadas ao desenvolvimento das espigas: comprimento das espigas sem palha (Comp), diâmetro das espigas sem palha (Diâm), número de grãos por carreira (carr) e por fileira (fileira), índice da espiga (IE), peso da espiga sem palha (pesp), peso de 100 grão (P100) e produtividade (prod) de milho produzidas nas condições edafoclimáticas de Iranduba-AM, 2010/2011 (Várzea).

Genótipos	Comp. (cm)	Diâm. (mm)	Carr. (und)	Fileira (unid)	IE, (m)	Pesp. (g)	P100 (g)	Prod kg ha ⁻¹
Saracura	15,15	41,75b	13,20	28,75	0,84	117,45	29,13	4378
AG-1051	14,60	44,35a	14,60	28,40	0,83	124,65	28,68	4303
Média geral	14,87	43,05	13,90	28,57	0,84	121,05	28,90	4341,18
DMS	0,914	2,28	0,68	3,669	0,04	27,99	2,489	368,72
CV (%)	6,11	5,26	4,91	12,76	5,24	22,98	8,56	8,44

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na análise do teste de médias (Tabela 14), somente o diâmetro das espigas sem palha apresentou significância.

5.6. Comprimento das espigas sem palha

Os genótipos apresentaram o mesmo desempenho em relação ao comprimento das espigas sem palha, com média geral (14,87cm). Diógenes (2011) verificou que o híbrido AG 1051 e a variedade Saracura apresentaram o mesmo desempenho em relação ao comprimento das espigas sem palha, com média geral (14,23cm) no mesmo ambiente deste ensaio

5.7. Diâmetro das espigas sem palha e número de grãos por carreira

O híbrido AG 1051 apresentou maior diâmetro (44,35 mm) que a variedade Saracura (41,75 mm), não ocorrendo o mesmo com a quantidade de grãos por carreira, em que os genótipos apresentaram o mesmo desempenho com média geral (13,9 cm).

Diógenes (2011), utilizando as mesmas cultivares e no mesmo local deste ensaio observou que as cultivares apresentaram o mesmo desempenho em relação ao diâmetro das espigas sem palha, com média (3,82 cm) no experimento. Com relação à quantidade de grãos por carreira, o referido autor também obteve no híbrido AG 1051 maior número de carreiras de grãos por espiga (13,42 cm) que (12,17 cm) obtido pela variedade Saracura.

5.7. Número de grãos por fileira

Com relação ao número de grãos por fileira, os genótipos utilizados são estatisticamente iguais, com (28,57) na média geral do ensaio. Diógenes (2011) observou o mesmo desempenho nos genótipos estudados em relação ao número de grãos por fileira, com média geral (24,37) no experimento.

5.8. Peso das espigas sem palha

Para peso das espigas sem palha, os genótipos apresentaram o mesmo desempenho com média (121,05g) no experimento. Pinho et al. (2008), compararam diferentes cultivares de milho em sistemas de produção orgânico e convencional, verificaram que no sistema convencional, a cultivar AG 1051 obteve maior peso da espiga despalhada (275,1 g), quando comparada às demais cultivares.

5.9. Peso de 100 grãos

Os resultados obtidos para peso de 100 grãos demonstram que os genótipos apresentaram o mesmo desempenho para esta variável, com média geral (28,90g) obtida no ensaio. Diógenes (2011) verificou que o híbrido AG 1051 apresentou melhor desempenho que a variedade Saracura e obteve média entre as cultivares (34,29g) para peso de 100 grãos. Segundo Farinelli & Lemos (2012), massa de grãos é uma característica influenciada pelo genótipo, pela disponibilidade de nutrientes e pelas condições climáticas durante a fase de enchimento de grãos.

5.10. Produtividade de grãos

Apesar do aumento na concentração de Zn nas plantas em função da aplicação de doses crescentes de Zn, os genótipos apresentaram o mesmo desempenho em relação à produtividade de grãos com média (4378 kg ha⁻¹) na variedade Saracura e (4303 Kg ha⁻¹) obtidos pelo híbrido AG 1051.

Castro (2010), avaliando os rendimentos de espigas verdes e de grãos de três cultivares de milho, após a colheita da primeira espiga como minimilho observou que o híbrido AG 1051 foi o que apresentou o maior rendimento de grãos (9.863 kg ha⁻¹).

Observamos a relação quadrática significativa para comprimento das espigas sem palha em relação à variedade Saracura, híbrido AG 1051 e seus valores médios em função das diferentes doses de Zn, sendo o R² (coeficiente de determinação) de 36%, 52% e 41% respectivamente, cujos resultados são apresentados nas Figuras 10, 11 e 12.

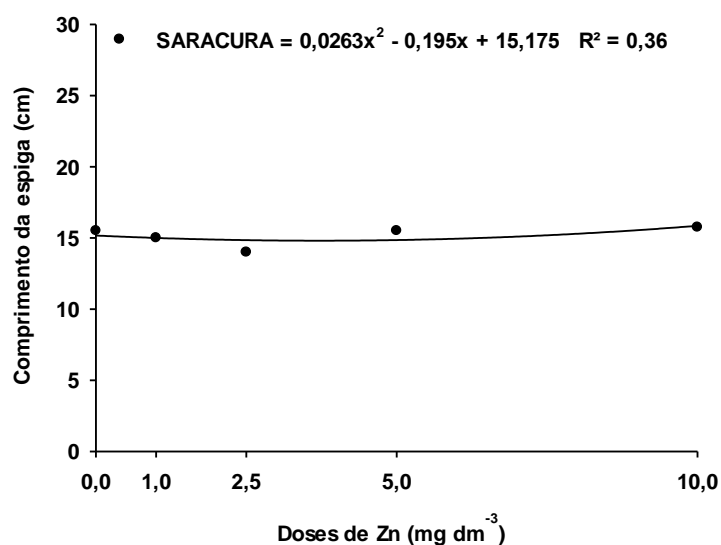


Figura 10: Representação gráfica da equação de regressão estimada para os resultados de comprimento das espigas sem palha em função das cinco doses de Zn para a variedade Saracura. Iranduba – AM, 2010/2011.

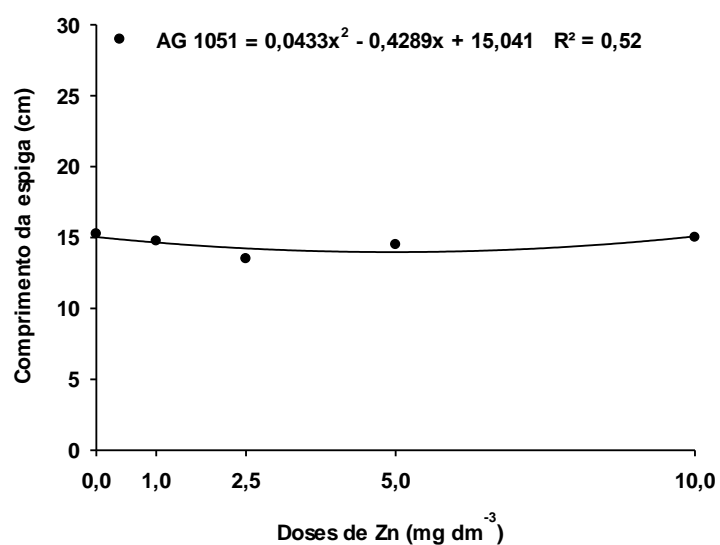


Figura 11: Representação gráfica da equação de regressão estimada para os resultados de comprimento das espigas sem palha em função das cinco doses de Zn para o híbrido AG 1051 Iranduba – AM, 2010/2011.

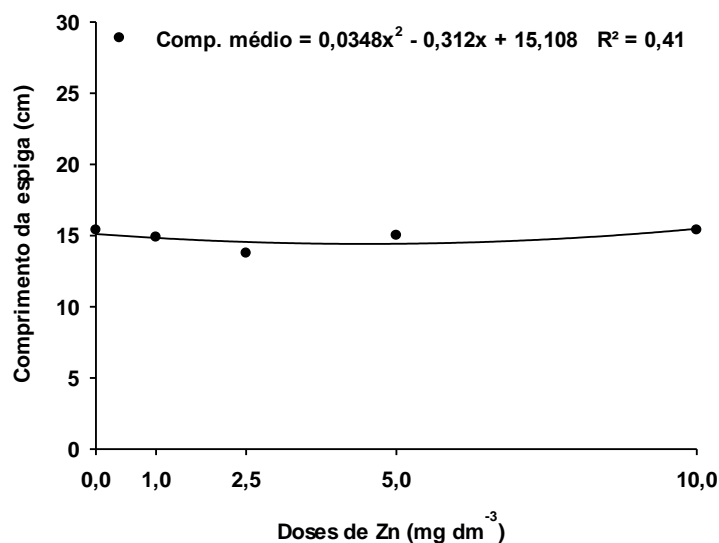


Figura 12: Representação gráfica da equação de regressão estimada para as médias entre os genótipos de doses de Zn em relação ao comprimento da espiga sem palha. Iranduba – AM, 2010/2011.

As Figuras 10, 11 e 12 demonstram que a dose 10 kg ha⁻¹ de Zn foi a que proporcionou maior comprimento das espigas sem palha (15,75 cm) na variedade Saracura, apresentando pequena diferença em relação à dose 0 (15,50 cm). Esta referida dose, obteve maior comprimento das espigas sem palha (15,25 cm) no híbrido AG 1051, comprimento que foi reduzido com a adição de doses crescentes de Zn. Isto demonstra que as doses de Zn utilizadas exerceram pouca influência para o aumento no tamanho das espigas sem palha.

Barbosa (2009), avaliando o comportamento de cultivares de milho submetido a doses de Zn (0, 1, 2 e 3 kg ha⁻¹) para produção de minimilho, verificou que o comprimento das espigas não apresentou significância em função das diferentes doses de Zn.

Dourado et al. (2003), estudando a influência de N e Zn na cultura do milho verificaram que as aplicações de doses crescentes de Zn no sulco de semeadura, (até 16 kg ha⁻¹) não influenciou significativamente os componentes de produção da cultura de milho.

Observamos relação quadrática significativa para número de grãos por fileira das espigas em relação à variedade Saracura, híbrido AG 1051 e seus valores médios em função

das diferentes doses de Zn, sendo o coeficiente de determinação de 55%, 84% e 67% respectivamente, cujos resultados são apresentados nas Figuras 13,14 e 15.

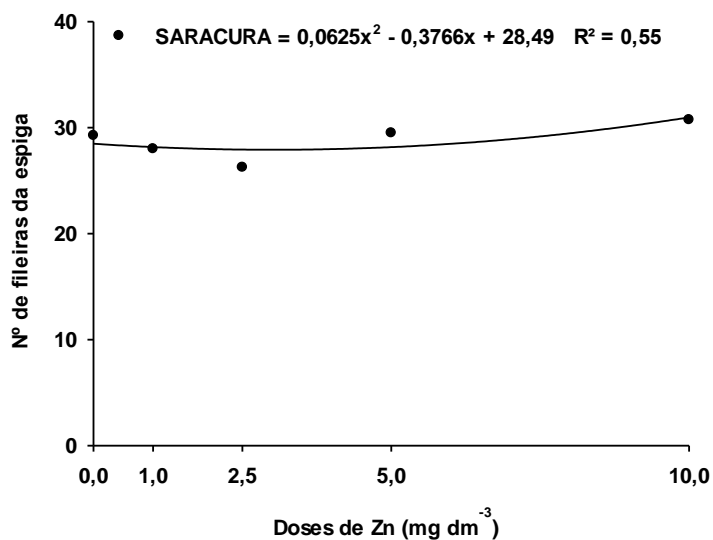


Figura 13: Representação gráfica da equação de regressão estimada para os resultados de número de grãos por fileira da espiga em função das cinco doses de Zn para a variedade Saracura. Iranduba – AM, 2010/2011.

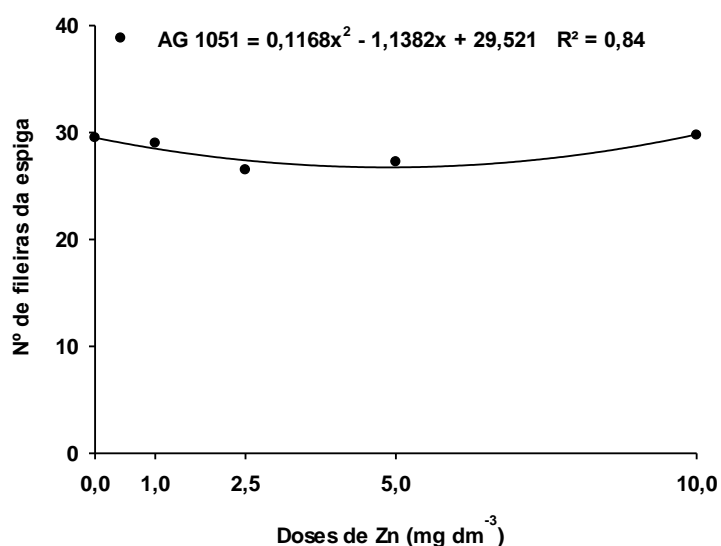


Figura 14: Representação gráfica da equação de regressão estimada para os resultados de número de grãos por fileira da espiga em função das cinco doses de Zn para o híbrido AG 1051. Iranduba – AM, 2010/2011.

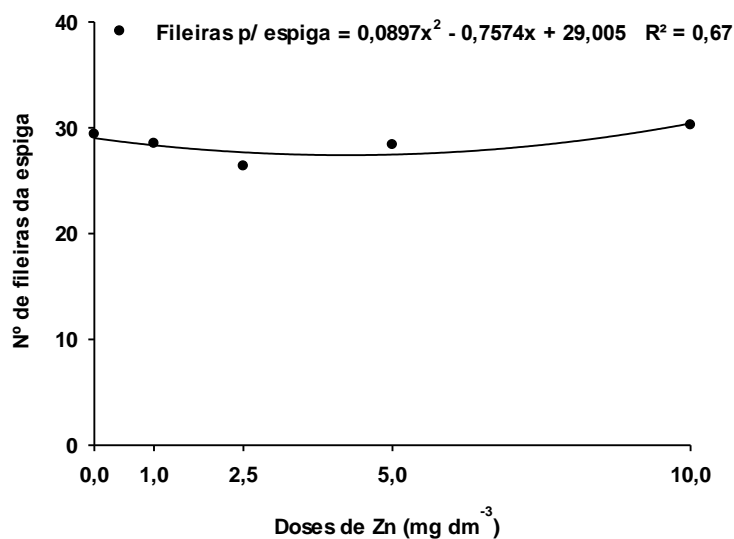


Figura 15: Representação gráfica da equação de regressão estimada para médias entre os genótipos de número de grãos por fileira das espigas em função das cinco doses de Zn. Iranduba – AM, 2010/2011.

Verificamos nas Figuras 13, 14 e 15, que a dose 10 kg ha⁻¹ de Zn apresentou o maior número de grãos por fileira (30,75) na variedade Saracura, mais possui pequena diferença em relação ao segundo maior valor (29,25) obtido pela dose 0. Em relação ao híbrido AG 1051, a dose 10 kg ha⁻¹ de Zn também apresentou maior número de grãos por fileira (29,75) possuindo pequena diferença em relação à dose 0 (29,5).

Silva *et al.* (2008), Avaliando o efeito da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura, sem e com aplicação de Zn via foliar em “milho safrinha”, observaram que nem o número de fileiras por espiga e grãos por fileira sofreram influência significativa pela aplicação de doses de Zn.

Galvão (1988), ao avaliar o efeito da aplicação de Zn, em Planaltina (DF), sobre a produção de grãos de milho, verificou incremento na produção de grãos de milho até a dose de 3 kg ha⁻¹ de Zn.

Observamos relação quadrática significativa para peso das espigas sem palha em relação à variedade Saracura, híbrido AG 1051 e seus valores médios em função das

diferentes doses de Zn, sendo o coeficiente de determinação de 62%, 47% e 38% respectivamente, cujos resultados são apresentados nas Figuras 16, 17 e 18.

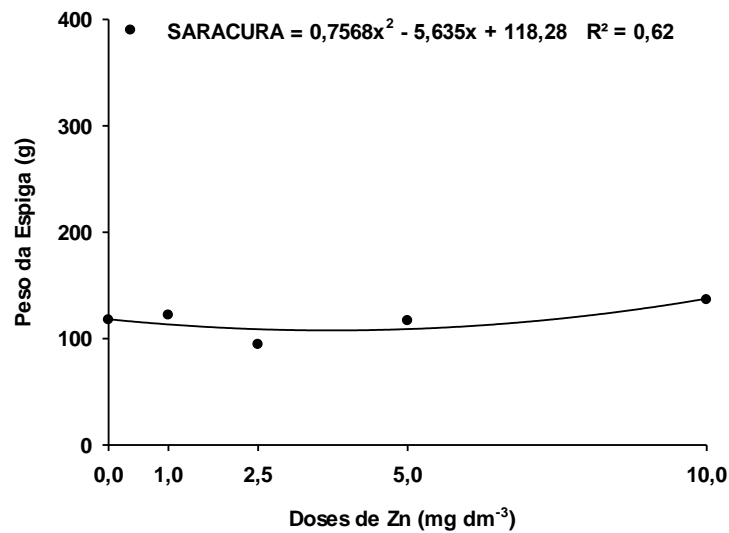


Figura 16: Representação gráfica da equação de regressão estimada para médias entre os genótipos de peso da espiga sem palha na variedade Saracura em função das cinco doses de Zn. Iranduba – AM, 2010/2011.

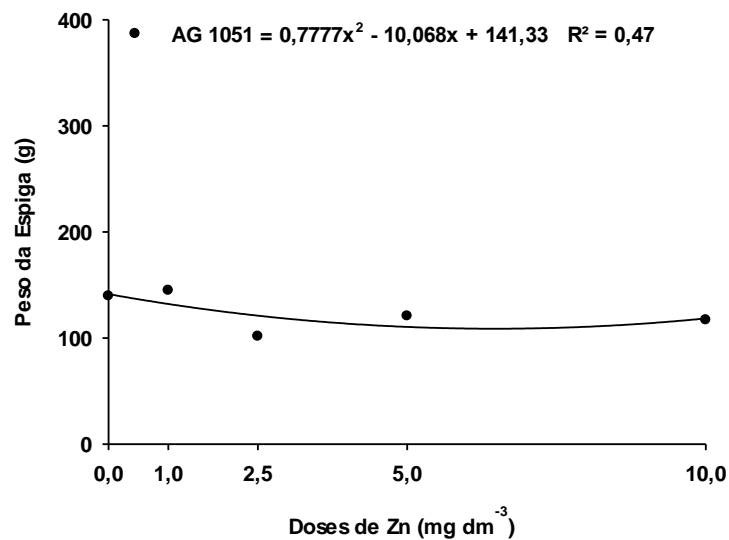


Figura 17: Representação gráfica da equação de regressão estimada para médias entre os genótipos de peso da espiga sem palha no híbrido AG 1051 em função das cinco doses de Zn. Iranduba – AM, 2010/2011.

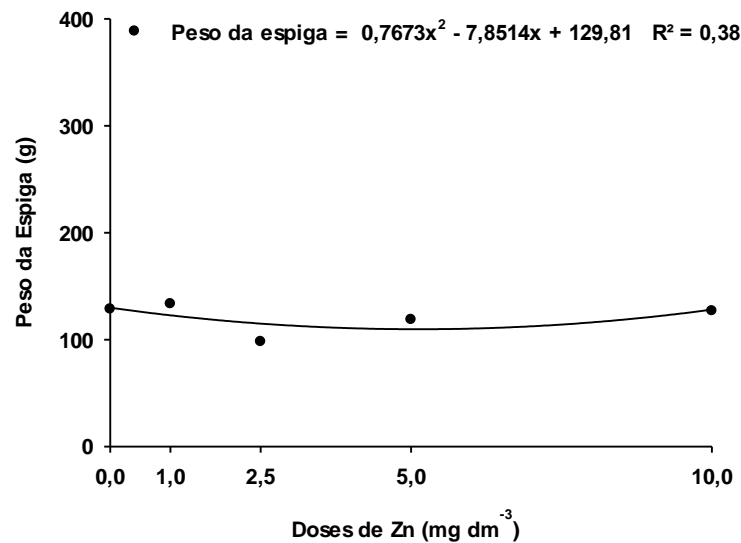


Figura 18: Representação gráfica da equação de regressão estimada para média entre os genótipos de peso da espiga sem palha nas cultivares estudadas em função das cinco doses de Zn. Iranduba – AM, 2010/2011

Nas Figuras 16, 17 e 18, foi verificado que o maior peso de espiga sem palha (136,50g) foi obtido pela dose 10 kg ha⁻¹ de Zn, seguido da dose 2,5 (122g) na variedade Saracura. Indicando que esta variedade responde a aplicação de Zn no solo, mais ocorrendo pouco acréscimo em comparação ao valor obtido pela dose 0 (117,50g).

Com relação ao híbrido AG 1051, a adição de 2,5 kg ha⁻¹ de Zn proporcionou o maior peso da espiga sem palha (144,75g), apresentando pequena diferença em relação ao valor obtido pela dose 0 (139,50g).

Barbosa (2009), avaliando o comportamento de cultivares de milho submetidos a quatro doses de Zn (0, 1, 2 e 3 kg ha⁻¹) para produção de minimilho verificou acréscimo no peso de espigas com o aumento da dose de Zn até a dose de 1,5 kg ha⁻¹.

Estão representadas as equações e curvas da análise regressão para peso de 100 grãos das espigas sem palha em relação à variedade Saracura, híbrido AG 1051 e seus valores médios em função das diferentes doses de Zn, sendo o coeficiente de determinação de 58%, 86% e 70% respectivamente, cujos resultados são apresentados nas Figuras 19, 20 e 21.

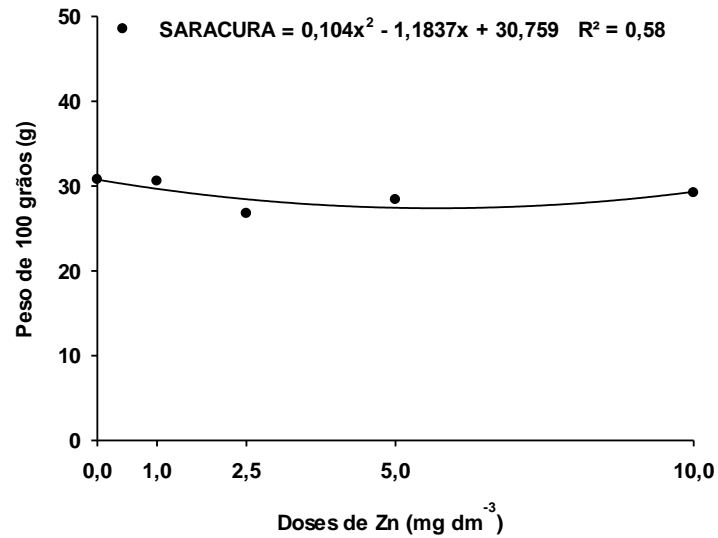


Figura 19: Representação gráfica da equação de regressão estimada para peso de 100 grãos em função das cinco doses de Zn para a variedade saracura. Iranduba – AM, 2010/2011.

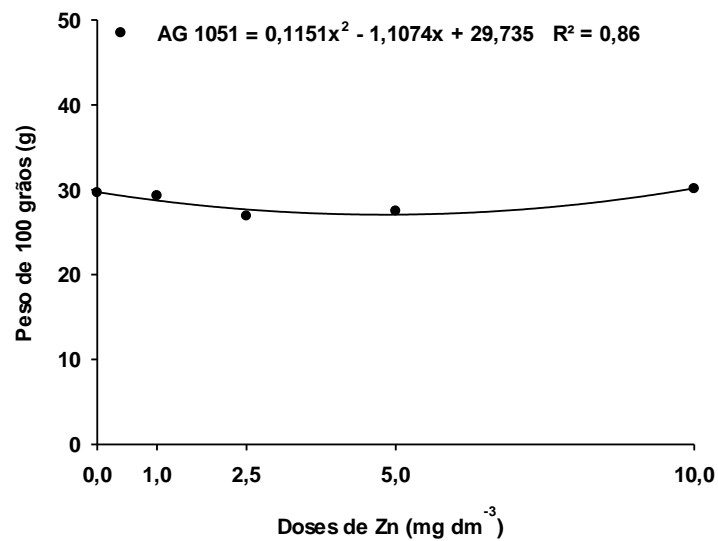


Figura 20: Representação gráfica da equação de regressão estimada para peso de 100 grãos em função das cinco doses de Zn para o híbrido AG 1051. Iranduba – AM, 2010/2011.

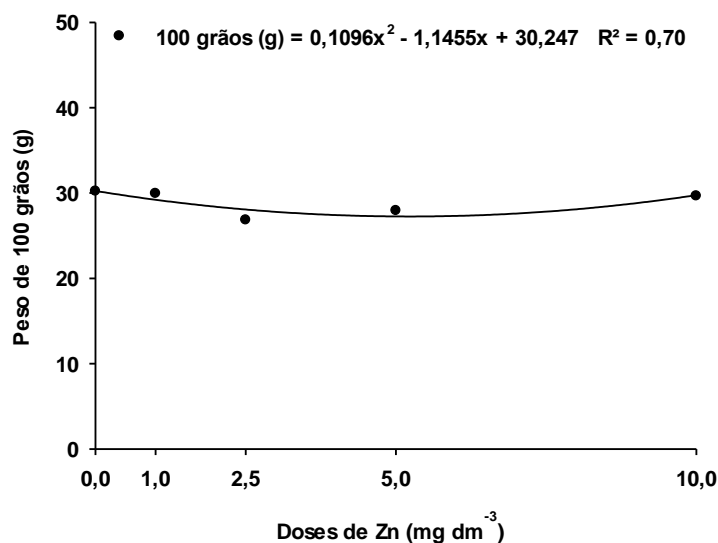


Figura 21: Representação gráfica da equação de regressão estimada para média de peso de 100 grãos entre os genótipos em função das cinco doses de Zn. Iranduba – AM, 2010/2011.

Nas Figuras 19, 20 e 21 podemos observar que na variedade Saracura, o maior peso de 100 grãos (30,755 g) foi obtido pela dose 0, que foi reduzido com a adição de doses crescentes de Zn. Para o híbrido AG 1051, a dose que apresentou maior peso dos grãos (30,12 g) foi 10 kg ha⁻¹ de Zn apresentando pequena diferença em relação ao segundo maior valor (29,64 g) obtido pela menor dose.

SOARES (2003), avaliando a interação entre o nitrogênio e Zn em um híbrido de milho verificou que os tratamentos onde não foi aplicado nitrogênio houve um aumento na massa de 1000 grãos com a aplicação de doses crescentes de Zn, sendo a maior resposta obtida pela dose 16 kg ha⁻¹ de Zn. No entanto, no tratamento em que foi aplicado 120 kg ha⁻¹ de N, mesmo adicionando 16 kg ha⁻¹ de Zn o valor obtido foi menor se comparado ao tratamento em que o N não foi aplicado, sendo que a referida dose de N observada foi a mesma aplicada neste ensaio.

Nas Figuras 22, 23 e 24, estão representadas as equações e curvas da análise regressão verificadas para produtividade de grãos em relação às doses de Zn, sendo os valores

de R^2 para a variedade Saracura, o híbrido AG 1051 e seus valores médios foram 58%, 70% e 70% respectivamente.

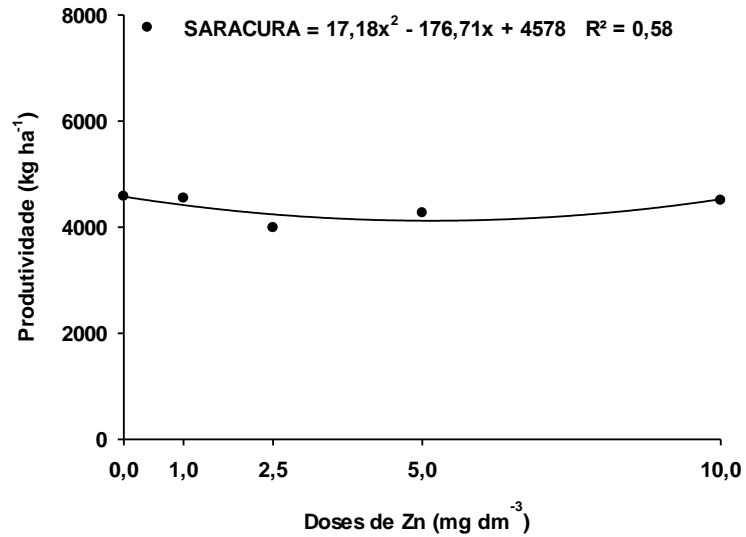


Figura 22: Representação gráfica da equação de regressão estimada para produtividade de grãos na variedade Saracura em função das cinco doses de Zn. Iranduba – AM, 2010/2011.

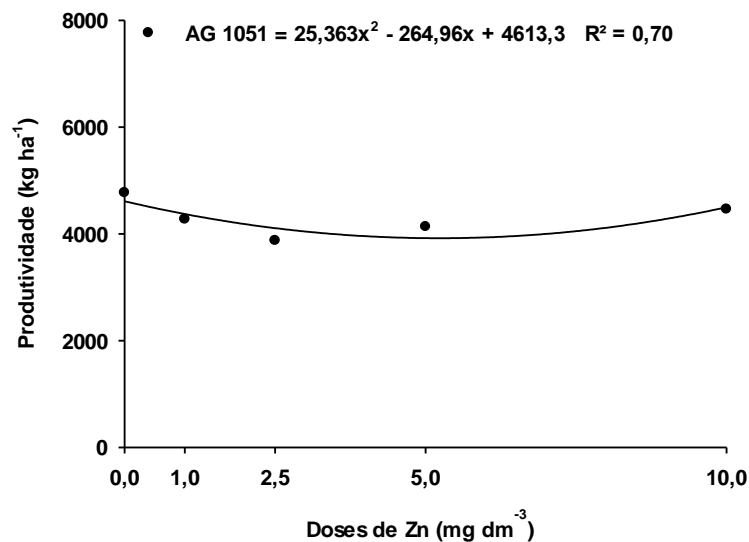


Figura 23: Representação gráfica da equação de regressão estimada para produtividade de grãos no híbrido AG 1051 em função das cinco doses de Zn. Iranduba – AM, 2010/2011.

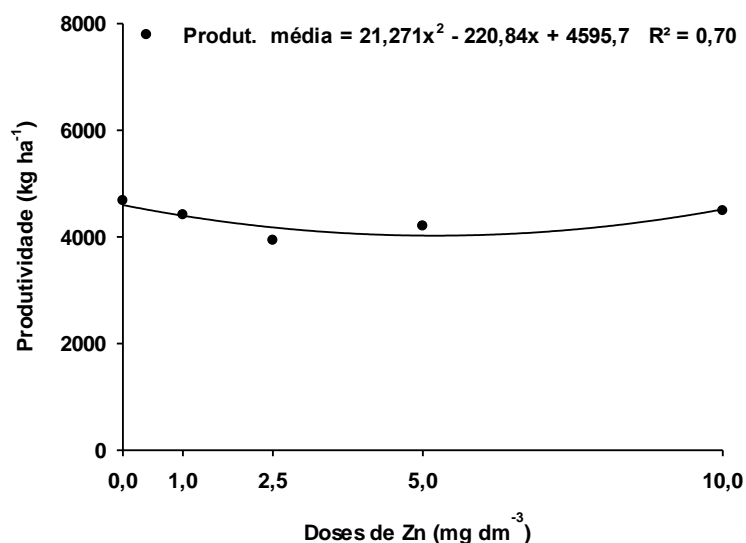


Figura 24: Representação gráfica da equação de regressão estimada para produtividade de grãos nas cultivares estudadas em função das cinco doses de Zn. Iranduba – AM, 2010/2011.

Nas Figuras 22, 23 e 24 verificamos que a dose 0 kg ha^{-1} de Zn obteve melhor resposta em relação à produtividade de grãos na variedade Saracura (4581 kg ha^{-1}) e no híbrido AG 1051 (4772 kg ha^{-1}), sendo reduzida com a adição de doses crescentes de Zn.

Ferreira et al. (2001), estudando adubação com nitrogênio, molibdênio e zinco verificaram que a maior absorção de Zn não resultou em ganho de produtividade.

Soares (2003), avaliando a interação entre o nitrogênio, boro e Zn em um híbrido de milho, verificou que a adição de doses crescentes de Zn e de boro, no sulco de semeadura da cultura de milho, não alterou significativamente os resultados obtidos em relação à produtividade, mesmo aplicando doses de até 16 kg ha^{-1} de Zn, não houve acréscimo na produtividade nem prejuízos causados por deficiência ou fitotoxidez.

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.

6. CONCLUSÕES

A adubação com zinco promoveu alterações em função dos genótipos para as variáveis altura de plantas, diâmetro do colmo, número de plantas quebradas e estande.

Com relação às doses, houve alterações no comprimento e peso das espigas sem palha, número de grãos por fileira, peso de 100 grãos e produtividade.

O híbrido AG 1051 apresentou maior teor foliar de Zn do que a variedade Saracura, apresentando também maiores diâmetros do colmo e da espiga.

As duas cultivares não diferiram na produtividade de grãos, que reduziu com adição de doses crescentes de Zn.

O gleissolo estudado possui altos teores de Zn que estão em forma disponível mesmo com V% alta e níveis de fósforo altos.

A área de várzea com gleissolo háplico apresenta zinco em níveis adequados e em forma assimilável pelas plantas e a fertilização com Zn é desnecessária para a cultivo da cultura do milho nestas condições.

7. REFERÊNCIAS

ABRAMILHO. Área para milho e soja deve crescer. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <<http://www.abramilho.org.br/noticias.php?cod=1601>>. Acesso em: 05/05/2012.

ABRANCHES, J. L.; BATISTA, G. L.; RAMOS, S. B. dos.; PRADO, R. de M. Resposta da aveia preta à aplicação de zinco em Latossolo Vermelho Distrófico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** v.4, n.3, p.278-282, jul. -set., 2009.

BARBOSA, G. R. F. Cultivares de milho e doses de zinco para produção de minimilho em Vitória da Conquista-BA. **Dissertação de Mestrado** em Agronomia/ Fitotecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia UESB, 43 p. Vitória da Conquista-BA/2009.

BATISTA, M. do A. Desempenho de híbridos experimentais e comerciais de milho para a produção de grãos. **Trabalho de Conclusão de Curso** apresentado ao Departamento de Estudos Agrários da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI, como requisito para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. p. 13-16, 2010.

BORTOLON, L. & GIANELLO, C. Disponibilidade de cobre e zinco em solos do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33:647-658, 2009.

BÜLL, L.T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L.T.; CANTARELLA, H. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.63-145.

CASTRO, R. S. Rendimentos de espigas verdes e de grãos de cultivares de milho após a colheita da primeira espiga como minimilho. **Tese de Doutorado** em Agronomia/Fitotecnia- Universidade Federal Rural do Semi-Árido, MOSSORÓ-RN/2010.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5º Aproximação**. Viçosa, 1999. 359p.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acessado em 30/10/2012.

CRAVO, M. S. ; XAVIER, J. J. B. N. ; DIAS, M. C. ; BARRETO, J. F. Características, uso agrícola atual e potencial das várzeas no Estado do Amazonas. **Acta Amazônica**, v.1, n° 1, p.351 – 365, 2002.

COUTINHO, E.L.M; SILVA, E. J. da; SILVA, A. R. da. Crescimento diferencial e eficiência de uso em zinco de cultivares de milho submetidos a doses de zinco em um Latossolo Vermelho. **Acta Sci. Agron**. Maringa, v. 29, n. 2, p. 227-234, 2007.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Manejo e tratos culturais. In: PEREIRA FILHO I. A. (Eds.). **O cultivo do milho-verde**. Brasília, DF, Embrapa Informação Tecnológica. p. 31- 44, 2003a.

CRUZ, J.C; PEREIRA, F. T. F; PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA, A. C. de; MAGALHÃES, P. C. Resposta de cultivares de milho à variação em espaçamento e densidade. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.6, n.1, p. 60-73, 2007.

DECARO, S.T.; VITTI, G.C.; FORNASIERI FILHO, D.; MELLO, W.J. Efeitos de doses e fontes de zinco na cultura do milho (*Zea mays* L.). **Revista da Agricultura**, Piracicaba, v.58, n.1/2, p.25-36, 1983.

DIÓGENES, H. C. Comportamento de cultivares de milho verde em ecossistema de várzea e terra firme no estado do Amazonas. **Dissertação de Mestrado** em Agronomia Tropical - Universidade Federal do Amazonas, Manaus/2011.

DOURADO, N. D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P. A.; MANFRON, P.A.; MEDEIROS, S. L. P.; ROMANO, M. R.. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.2, n. 3, p.63-77, 2003.

DOURADO NETO. D.; GARCIA, A. G. Y.; BONNECARRÉRE, R. A. G.; SOARES, M. A.; MANFRON, P. A.; PILAU, F. G.; OHSE, S. Influência de nitrogênio e zinco na fenologia da cultura de milho (*Zea mays* L.). **Insula**, Florianópolis, vol. 32, p, 03-31, 2003.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro.RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília : Embrapa. Produção de informação; Rio de Janeiro : Embrapa Solos. 1999.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. Rio de Janeiro. 212 p. 1997.

FAJARDO, J. D. V.; SOUZA, L. A. G. de.; ALFAIA, S. S. Características químicas de solos de várzeas sob diferentes sistemas de uso da terra, na calha dos rios baixo Solimões e médio Amazonas. **Revista Acta Amazônica**. vol. 39(4), p. 731 – 740, 2009.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000a. P. 21-54.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Gerenciamento da cultura de milho**. Piracicaba: LPV; ESALQ, departamento de Produção Vegetal, 1999.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000b. 360p.

FAOSTAT- Food and Agriculture organization of the United Nations. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>. Acesso em 15 maio. 2011.

FARINELLI, R. & LEMOS, L. B. Nitrogênio em cobertura na cultura do milho em preparo convencional e plantio direto consolidados. **Revista Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 63-70, jan./mar. 2012.

FERREIRA, H. de A.; SOUZA, A. dos S.; SOUSA, D. A. de.; SOUZA, A. dos S.; MARACAJÁ, P. B. Componentes de produção e produtividade do milho submetido a doses de nitrogênio no semiárido paraibano. **Revista Verde Mossoró – RN – Brasil** v.5, n.4, p. 90 - 96 outubro/dezembro de 2010.

FERREIRA, F.S.J.; REICHARDT, K.; MIRANDA, S.A.F. Características físicas de sedimentos e solos de dois lagos de várzea na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v.120, p.582-587, 1999.

Ferreira, J.M.; Moreira, R.M.P.; Hidalgo, J.A.F. Capacidade combinatória e heterose em populações de milho crioulo. **Revista Ciência Rural**, v.39, p.332-339, 2009.

Ferreira, A.C.B.; ARAUJO, G. A. de A.; PEREIRA, P. R. G.; CARDOSO, A. A. Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Revista Scientia agricola**, v.58, n.1, p.131-138, jan./mar. 2001.

FORNASIERI, F. D. **Manual da cultura do milho**. Funep, Jaboticabal-SP cap.7, p.457, 2007.

FREITAS, I. C. V. et al. Tolerância de híbridos de milho à adição de sulfato de zinco via sementes. **Revista Científica Intercursos** v.8, p.42 – 53, 2009.

FURLANI, A. M. C.; FURLANI, P. R.; MEDA, A. R.; DUARTE, A. P. Eficiência de cultivares de milho na absorção e utilização de zinco. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 3, p. 264-273, 2005.

FURLANI, A. M. C.; FURLANI, P. R. Resposta de cultivares de milho a zinco em solução nutritiva. **Bragantia**, Campinas, v.55, n.2, p.365-369, 1996.

GALRÃO, E.Z.; MESQUITA FILHO, M.V. Efeito de fontes de zinco na produção de matéria seca do milho em um solo sob cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.5, p.167-170, 1981.

GOMES, L. S.; BRANDÃO, A. M.; BRITO, C. H. de.; MORAES, D. F. de.; LOPES, M. T. G. Resistência ao acamamento de plantas e ao quebramento do colmo em milho tropical. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v.45, n.2, p.140-145, fev. 2010.

GONÇALVES, J.R.P.; FONTES, J.R.A. Cultivo sustentável de feijão caupi em ecossistema de várzeas amazônicas. In: Reunião Brasileira de Manejo e Conservação de Solo e Água. **Resumos**. Rio de Janeiro. 2008.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=am&tema=lavouratemporaria2009>. Acessado em 30/10/2012.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=am&tema=lavouratemporaria2010>. Acessado em 15/11/2012.

IOWA STATE UNIVERSITY. **National corn handbook**. Ames: Cooperative extension service. 1993, 612p.

IRION, G. Clay minerals of Amazonian soils. **In: The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. SIOLI, H., ed. Dordrecht, Dr. W. Junk Publishers, 1984. p.537-579 (Monographiae biologicae, v. 56) .

IRIONDO, M.H. Geomorfologia da planície amazônica. **In: SIMPÓSIO DO QUATERNÁRIO DO BRASIL**, 4., São Paulo, 1982. p.323-348.

JARVIS, S.C. Copper concentrations in plants and their relationship to soil properties. In: LONERAGAN, J.F.; ROBSON, A.D.; GRAHAM, R.D., ed. **Copper in soils and plants**. Sydney, Academic Press, 1981. p.265-85.

JUNK, W. J. 1983. As águas da região Amazônica. In: E. SALATI, et al (eds). **Amazônia: Desenvolvimento, integração e ecologia**. Editora Brasiliense/CNPq. P. 45-100.

KITAGAWA, Y. & MÖLLER, M.R.F. Clay mineralogy of some typical soils in the Brazilian Amazon region. **Pesq. Agropec. Bras.**, 14:201-208, 1979.

LIBERA, A. M. D. Efeito de bioestimulantes em caracteres fisiológicos e de importância agrônoma em milho (*Zea mays* L.). **Trabalho de Conclusão de Curso** de Graduação em Agronomia da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, p.13,2010.

LUO, Y. M.; RIMMER, D. L. Zinc copper interaction affecting plant-growth on a metal-contaminated soil. **Environmental Pollution**, London, v. 88, n. 1, p. 79-83, 1995.

MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: http://www.agrolink.com.br/culturas/arroz/noticia/ministerio-mantem-estimativa-para-producao-de-milho_158639.html. Acessado em 05/11/2012.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1989. 292p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E.; BOARETTO, A. E.; PAULINO, V. T. Micronutrientes: uma visão geral. In: FERREIRA, M. E; CRUZ, M. C. P. **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: POTAFOS, 1991. p. 1-34.

MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995.

MATOS, M.J.L.F.; TAVARES, S.A.; SANTOS, F.F.; MELO, M.F.; LANA, M.M. **Milho verde**. 2006. Disponível em: http://www.cnph.embrapa.br/paginas/dicas_ao_consumidor/milho_verde.htm

MÖLLER, M.R.F. Mineralogia de argilas de solos da região Amazônica brasileira. In: **SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1.**, Belém, 1984. Anais. Belém, Embrapa-CPATU, 1986. p.214-223.

MONNET, F. et al. Relationship between PSII activity, CO₂ fixation and Zn, Mn and Mg contents of *Lolium perenne* under zinc stress. **Journal of Plant Physiology**, Rockville, v. 158, n. 9, p. 1137-1144, 2001.

MUNER, L. H.; RUIZ, H. A.; VENEGAS, V. H. A.; NEVES, J. C. L.; FREIRE, F. J.; FREIRE, M. B. G. dos S. Disponibilidade de zinco para milho em resposta à localização de fósforo no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.1, p.29-36, 2011.

NABLE, R. O.; BAÑUELOS, G. S.; PAULL, J. G. **Boron toxicity. Plant and Soil, Dordrecht**, v. 193, n. 1/2, p. 181-198, 1997.

PRADO, R. M. ; MOURO, M. C. ; NATALE, W. Crescimento inicial e nutrição de milho cultivar P30K75 submetido á fertilização de Zn via semente. **Rev. Bras. Agrociência**, Pelotas, v.13, n.4, p.495-501, out-dez, 2007.

PEREIRA, R. G.; ALBUQUERQUE, A. W. de.; NUNES, G. H. de S.; SOUZA, R. de O.; SILVA, A. D. da. Comportamento de cultivares de milho nos tabuleiros costeiros do estado de alagoas. **Revista Verde** (Mossoró – RN – Brasil) v.5, n.2, p. 54 - 63 abril/junho de 2010.

PINHO, L.; PAES, M. C. D.; ALMEIDA, A.C. de.; COSTA, C. A. da. Qualidade de milho verde cultivado em sistemas de produção orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.7, n.3, p. 279-290, 2008.

QUEIROZ, A. M. de. **Avaliação de diferentes fontes e doses de nitrogênio na adubação da cultura do milho (Zeamays L.)**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.10, n.3, p. 257-266, 2011.

RAIJ, B. van. **Fertilidade e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1991. 343p.

RIBEIRO, D. O. ; VILELA, L. A.F.. **Nutrientes**. Faculdades integradas de mineiros Instituto de Ciências Agrárias- Faculdade de Agronomia, Mineiros-go p. 54. 2007.

RITCHEY, K.D.; COX, F.R.; GALRÃO, E.Z.; YOST, R. S. Disponibilidade de zinco para as culturas do milho, sorgo e soja em Latossolo Vermelho-escuro argiloso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.21, p.215-225, 1986.

ROZANE, D. E. et al. Acúmulo de nutrientes pelo arroz em função da aplicação de doses e fontes de zinco nas sementes. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 3, p. 183-190, 2009.

SANTOS, J.F. et al. Variedades e híbridos de milho para a mesorregião do Agreste Paraibano. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**. João Pessoa, v.3, n.3, p.13-17, set. 2009.

SHUMAN, L. M. The effect of soils properties on zinc adsorption by soils. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v.39, p.454 - 458, 1975.

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, out./dez. 2008.

SIOLI, H. **Alguns resultados e problemas da limnologia amazônica**. Belém, IPEAN, 1951. p.3-44. (IPEAN. Boletim Técnico, 24).

SOARES, M. A. Influência de nitrogênio, zinco e boro e de suas respectivas interações no desempenho da cultura de milho. **Dissertação de Mestrado em Agronomia/Fitotecnia**- Escola Superior de Agricultura Luíz de Queiroz, Piracicaba-SP/2003.

SOUZA, D. M.; MADARI, B. E.; SENA, M. M. Aplicação de métodos quimiométricos na otimização da extração de Ca, Mg, K, Fe, Zn, Cu e Mn em folhas de braquiária. **Quim. Nova**, Vol. 35, No. 1, 175-179, 2012.

THIND, S.S.; TAKKAR, P.N.; BANSAL, R.L. Chemical pools of zinc and the critical deficiency level for predicting response of corn to zinc application in alluvium derived alkaline soils. **Acta Agronômica Hungarica**, v.39, p.219-226, 1990.

TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. **Soil fertility and fertilizers**. 4th ed. New York: Macmillan, 1985. 754p.

TITO, G. A.; CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. C.; SOARES, F. A. L. . Uso de bentonita na remediação de solos contaminados com zinco: Efeito na produção de feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.9, p.917-923, 2011.

TOLLENAAR, M.; DAYNARD, T. B.; HUNTER, T. B. Effect of temperature sensitive period for leaf number of maize. **Crop Science**, Madison. v. 23, p. 457-460, 1979.

Varella. Irineu G. & Oliveira. Priscila D.C.F. TABELAS E DADOS ASTRONÔMICOS.<http://www.uranometrianova.pro.br/tabelas/coordenadas/coordenadas.htm>. 14 de Junho de 2009. Acesso: 25/01/2011.

VELOSO, M. E. da C.; DUARTE, S. N.; DOURADO NETO, D.; SILVA, E. C. da.; PEREIRA, C. R. Teor de nitrogênio, índices de área foliar e de colheita, no milho, em função da adubação nitrogenada, em solo de várzea. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.8 n.1, p. 13-25, 2009.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, 2002. 448p.

XAVIER, J.J.B.N.; BARRETO, J.F.; DIAS, M.C.; MARTIS, G.C. 1999. **Cultivo de grãos no estado do Amazonas (Arroz, Feijão, Milho e Soja)** EMBRAPA Amazônia Ocidental, Comunicado técnico – n° 5, Manaus-AM. p. 1-3.