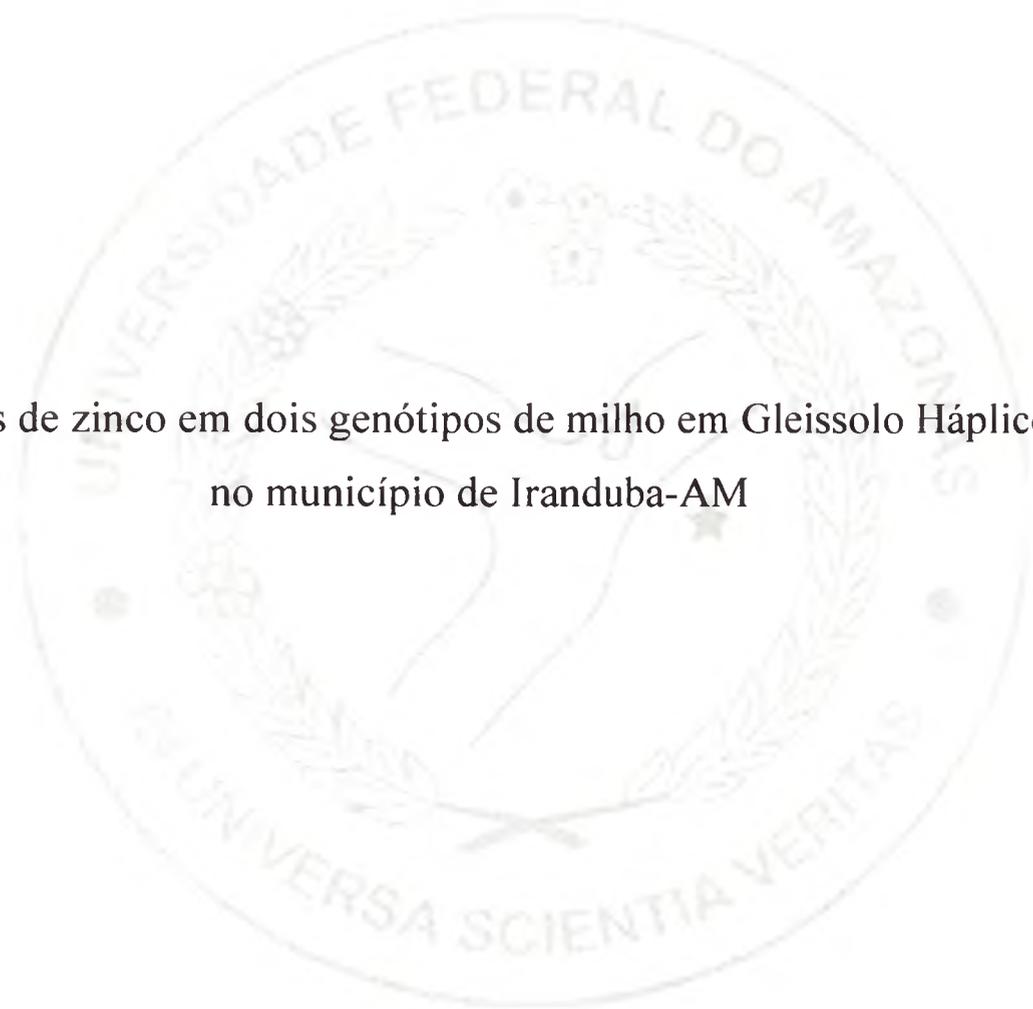


UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

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 em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. José Ricardo Pupo Gonçalves

Manaus

2012



ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

No dia 31 de maio 2012 às 10:00hs, auditório do bloco B, no Setor Sul, JULY ANNE AMARAL DE ABREU (Matrícula: 2100278) e (CPF: 851.547.682-72) defendeu sua dissertação intitulada: **DOSES DE ZINCO EM GENÓTIPOS DE MILHO NO MUNICÍPIO DE IRANDUBA - AM** de conformidade com o Art.40 do Regimento Interno do PGATR e do Art. 85 do Regimento Geral da Pós Graduação da UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em **Agronomia Tropical**. Após a apresentação e arguição pelos membros da Banca Examinadora, cada membro decidiu emitir o seguinte julgamento:

Banca de Examinadores:

Membros	Julgamento	Assinatura
Prof. Dr. José Ricardo Pupo Gonçalves - Embrapa Meio Ambiente/Orientador	Aprovado (X) Reprovado ()	
Dr. Inocêncio Junior de Oliveira - Embrapa Amazônia Ocidental	Aprovado (X) Reprovado ()	
Prof. Dr. Bruno Fernando Faria Pereira - UFAM	Aprovado (X) Reprovado ()	

Resultado Final: Aprovado ()
 Reprovado ()

Manaus, 31 de maio de 2012

Coordenador do PGATR

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
 Programa de Pós-Graduação PGATR/FCA

Profª Drª Jânio Lília da S. Bentes
 Coordenadora

DEDICATÓRIA

Ao meu querido pai

Senhor Jesus Cristo

DEDICO

Aos meus amados pais

Djalma Ramos de Abreu

Jovelina Amaral de Abreu

Ao meu querido irmão

Denis Aníbal Amaral de Abreu

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Amazonas, pela oportunidade de realizar o mestrado.

À Embrapa Amazônia Ocidental, pelo total apoio na realização do experimento.

À CAPES, pelo apoio financeiro.

Ao Dr. José Ricardo Pupo Gonçalves, pelas valiosas orientações, infinita paciência, aprendizado e oportunidade de conviver com um exemplo de profissional dedicado, competente e humilde. Ao senhor, meus sinceros agradecimentos e profunda admiração.

Ao Dr. Francisco Célio Maia Chaves, pelo apoio e paciência.

À coordenadora do Programa de Pós Graduação em Agronomia Tropical, Profa. Dra. Jânia Lília da Silva Bentes, pela dedicação com as questões acadêmicas.

Ao PROCAD, pela oportunidade de realizar disciplinas em Viçosa.

À todos os funcionários de campo das estações experimentais do Caldeirão e da Embrapa Amazônia Ocidental do km 029 da Rodovia AM - 010, em especial ao Agrônomo Mário José Kokay Barroncas, ao chefe do laboratório de sementes Sales e a minha querida amiga Joana (cozinheira) pelo apoio, atenção e companheirismo.

Aos amigos de sempre José Nilton Rodrigues Figueiredo e Suellen Albuquerque de Melo, pelo grande apoio, infinita amizade e paciência.

Ao doutorando Haroldo Cunha Diógenes, pela atenção e valiosos conselhos.

À Renata Braga, aluna da UNINORTE e bolsista (PIBIC) da Embrapa Amazônia Ocidental, pela ajuda na coleta de dados.

Aos queridos amigos de curso Adriana Uchoa Brito e Jaisson Miyosi Oka, pela grande ajuda na elaboração desta dissertação.

Aos amigos de curso: Adriana Gil, Mozar Alves, Éder Galúcio, Douglas Pinheiro, Omar, Silvio e Rodolfo Moura pela amizade, ajuda acadêmica e companheirismo.

Ao secretário do Programa de Pós Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, José Nascimento, pela atenção nos dada no transcorrer do curso.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar cinco doses de Zn em dois genótipos de milho cultivados em Gleissolo Háplico no município de Iranduba-AM. O experimento foi realizado em área de várzea na safra de 2010/2011. O solo foi lavrada mecanicamente arado de discos e a adubação feita de acordo com as recomendações técnicas para a cultura. Foi realizada análise química do solo na profundidade 0-20 cm antes e depois da cultura de milho e realizada análise de tecido foliar. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com quatro repetições dispostos em parcelas subdivididas. As parcelas foram definidas pela utilização de dois genótipos de milho: um híbrido (AG 1051) e uma variedade (BRS Saracura) e as subparcelas definidas em função de cinco doses de Zn (0, 1, 2,5, 5, e 10 kg ha⁻¹). Foram avaliados parâmetros agrônômicos e de produção: altura da planta, diâmetro do caule, comprimento e diâmetro de espiga, peso de espiga com e sem palha, peso de 100 grãos, quebramento e acamamento das plantas e a produtividade obtida em cada parcela extrapolada para kg ha⁻¹. A análise foliar foi realizada 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 da planta, diâmetro do caule, número de plantas quebradas e estande mostrou diferenças significativas entre genótipos na análise F-teste. A única variável que mostrou diferença significativa no teste de Tukey foi o diâmetro do caule, e o híbrido AG 1051 mostraram um maior diâmetro (2,01 cm) do que a variedade Saracura (1,77 cm). Houve diferenças significativas sobre os resultados da análise de folhas para as variáveis P, Ca e Zn. Apenas o Zn variável apresentou diferença significativa para doses de zinco e interação genótipo x dose. Para as variáveis N, K, Mg, Cu, Fe e Mn não houve diferenças significativas entre os tratamentos. A variedade Saracura apresentou maiores concentrações de P (3,36 g kg⁻¹) e Ca (3,28 g kg⁻¹) em comparação a 2,86 g kg⁻¹ de P e 2,73 g kg⁻¹ de Ca apresentados pelo híbrido AG 1051. No entanto, o híbrido AG 1051 apresentou maior nível foliar de Zn (24,92 mg kg⁻¹) em comparação com a variedade Saracura (20,21 mg kg⁻¹). Em relação ao desempenho produtivo das plantas, apenas o diâmetro do colmo e número de grãos por fileira foram significativas no teste F. As variáveis comprimento e peso de espigas sem palha, número de grãos por fileira, peso de 100 grãos apresentaram significância no teste de F em função de doses de Zn. Em relação à interação entre genótipo e doses, a variável número de grãos por fileira mostrou diferenças significativas no teste F e o híbrido AG 1051 apresentou valores superiores que a variedade Saracura.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate five rates of Zn on two maize genotypes grown on a Haplic Gleysol at district of Iranduba-AM. The experiment was carried out in a floodplain area in the crop season of 2010/2011. Chemical analysis carried out at 0-20 cm depth before and after the maize cultivation. The soil was mechanically tilled with a disk plow and light plowing and the fertilization was done according to technical recommendations for the crop. The experimental design was a randomized complete block with four replications arranged in split plot. The main plots were defined by use of two maize genotypes being a hybrid (AG 1051) and a variety (BRS Saracura) and subplots were made on the basis of five rates of Zn (0, 1, 2.5, 5, and 10 kg ha⁻¹). It were evaluated agronomic parameters and production: plant height, stem diameter, length and ear diameter, ear weight without straw, weight of 100 grains, stand and yield. Foliar analysis was performed to check levels of macronutrients (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 (rates of Zn). Growth variables plant height, stem diameter, number of broken plants and stand showed significant differences between genotypes in the F-test analysis. The only variable that showed significant difference in Tukey's test was the stem diameter, and the hybrid AG 1051 showed a larger diameter (2,01 cm) than the variety Saracura (1,77 cm). There was significant differences on the leaf analysis results for the variables P, Ca and Zn. Only the variable Zn showed significant difference in rate and rate x genotype interaction. For the variables N, K, Mg, Cu, Fe and Mn there were not significant differences among the treatments. The variety Saracura presents higher concentrations of P (3.36 g kg⁻¹) and Ca (3.28 g kg⁻¹) compared to 2.86 g kg⁻¹ of P and 2.73 g kg⁻¹ Ca presented by the hybrid AG 1051. However, the hybrid AG 1051 showed higher leaf Zn level (24.92 mg. kg⁻¹) compared to the variety Saracura (20,21 mg. kg⁻¹). In relation to the productive performance of the plants only the diameter of the stalks and number of grains per row were significant in the F test. The variables length and weight of ears without straw, number of grains per row, 100 grain weight and yield presents significantly in the F test in function of Zn rates. Regarding the interaction between genotype and rate the variable number of grains per row showed significant differences in the F test and the hybrid AG 1051 presented greater values than Saracura. Although plants respond to fertilization with Zn sulfate small responses were obtained with the highest rate (10 kg Zn ha⁻¹) compared to control.

3 - 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 a 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 Háplico no município de Iranduba-AM.

4- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. 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 & 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 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 contraparte, pode proporcionar contaminação do solo e água devido a 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

que corresponda às características da determinada região onde será implantado (LIBERA, 2010).

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 & 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) RI (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.

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).

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. Afirmar 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.

A cultura do milho 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.

4.3. Importância do zinco

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 & 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 & 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).

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&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 os processos metabólicos sugeriu que altos teores de P podem afetar a disponibilidade de Zn (MUNER et al., 2011).

5 - MATERIAL E MÉTODOS

5.1. 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).

5.2. Dados climatológicos

O clima da área é do tipo Afi, 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.

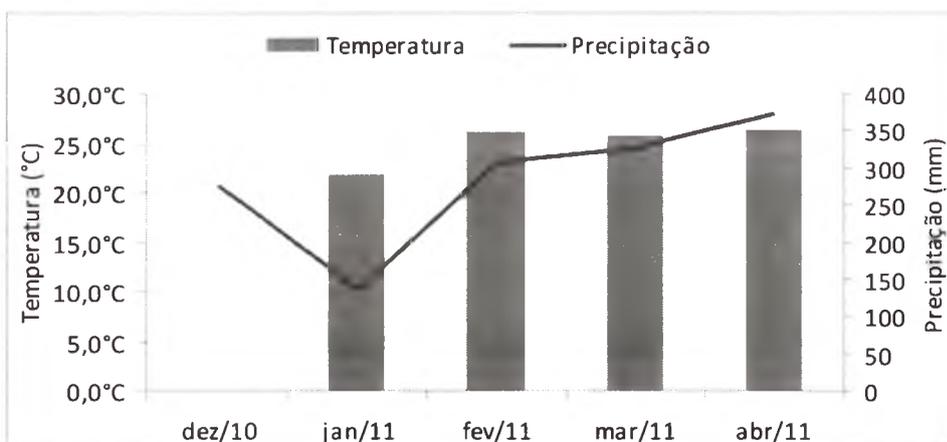


Figura 1: Temperatura e precipitação ocorridos na Estação Experimental do Caldeirão em Iranduba-AM, ano 2010/2011 (Várzea).

5.3. 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).

5.4. 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 (Cr⁺³) Foi obtida de forma indireta, através de curva padrão, que relaciona as quantidades de matéria orgânica e a absorbância 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 - Mehlich-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 1: 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 1 mol/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	

5.5. Genótipos utilizados

5.5.1. 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).

5.5.2. Variedade Saracura (BR 4154)

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).

5.6. 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.

5.7. 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.

5.8. Tratos Culturais

5.8.1. Adubação com Sulfato de Zn

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

5.8.2. Controle de plantas daninhas e insetos

Foi aplicado herbicida pré-emergente atrazina+s-metolaclopro 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.

5.8.3. 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.

5.8.4. 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.

5.9. 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 pendoamento, 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.

5.10. 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).

5.11. 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.

5.12. 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.

5.13. 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.

6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, serão apresentados os resultados da análise foliar para determinação dos teores de macro e micronutrientes nas plantas cujos resultados são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1: Análise de variância (Quadrado médio) das características relacionadas á análise foliar para verificar os níveis de macronutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio(Mg) em milho cultivado nas condições edafoclimáticas de Iranduba-AM, safra2010/2011 (Várzea).

FV	GL	N	P	K	Ca	Mg
REP	3	7,16	0,117	30,70	0,060	0,17
GEN.	1	6,37 ^{ns}	2,48**	7,779 ^{ns}	2,97**	0,000010 ^{ns}
ERRO 1	3	22,11	0,219	2,75	0,22	0,086
DOSE	4	2,459 ^{ns}	0,135 ^{ns}	4,519 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,040 ^{ns}
GEN*DOSE	4	5,02 ^{ns}	0,150 ^{ns}	3,79 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,034 ^{ns}
ERRO 2	24	3,248	0,128	5,54	0,09	0,030
Total corrigido	39	202,11	7,716	274,47	6,99	1,80

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

Tabela 2: 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) em milho cultivado nas condições edafoclimáticas de Iranduba-AM, safra2010/2011 (Várzea).

FV	GL	Cu	Fe	Mn	Zn
REP	3	0,37	8989,94	120,36	22,99
GEN.	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* *
GEN*DOSE	4	1,359 ^{ns}	1261,74 ^{ns}	84,38 ^{ns}	15,99* *
ERRO 2	24	0,93	4217,65	93,64	7,638
Total corrigido	39	52,08	151759,32	4766,96	709,37

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

Nas Tabelas 2 e 3 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. Com relação aos nutrientes N, K, Mg, Cu, Fe e Mn não foi verificada diferenças significativas para as variáveis.

Na análise do teste de médias (Tabela 3), não houve diferença entre os genótipos com relação à N, K, Mg, Cu, Fe e Mn. Houve diferença significativa para as variáveis P, Ca e Zn.

Para doses, não houve significância para nenhuma das variáveis avaliadas assim como na interação genótipo x dose.

Tabela 3: Valores médios para Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), cálcio (Ca), magnésio(Mg), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) em milho produzido nas condições edafoclimáticas de Iranduba-AM, safra2010/2011 (Várzea).

Genótipos	N	P g kg ⁻¹	K	Ca	Mg	Cu	mg/ kg ⁻¹		
							Fe	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 1 (%)	18,71	15,06	7,17	15,68	20,4	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.

Para P, a variedade Saracura apresentou maior teor 3.36 g kg⁻¹ de P e o menor 2,86 g kg⁻¹ foi obtido pelo híbrido AG 1051. Cuidado com as vírgulas/ponto. Usar sempre vírgula. Também cuidar com as unidades = sempre minúsculas....

Para o Ca, a variedade Saracura também obteve maior teor 3,28 g kg⁻¹ Ca, valor superior a 2,73 g kg⁻¹ encontrado no híbrido AG 1051.

Quanto ao Zn, o híbrido AG 1051 foi o que obteve o maior teor 24,92 mg. kg⁻¹ em comparação a 20,21 mg. kg⁻¹ encontrado na variedade Saracura.

Foram realizadas análise de solo para verificar suas condições nutricionais cujos resultados da análise de variância são apresentados nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 4: Análise de variância (Quadrado médio) das características relacionadas à análise de solo em milho produzido nas condições edafoclimáticas de Iranduba-AM, safra 2010/2.

FV	GL	pH	C	MO	P	K	Na
		H ₂ O	g/Kg		mg/dm ³		
REP	3	0,15	6,67	19,738	224,29	97,26	26,03
GEN	1	0,05 ^{ns}	2,96 ^{ns}	8,76 ^{ns}	75,62 ^{ns}	122,50 ^{ns}	52,90 ^{ns}
ERRO 1	3	0,327	15,38	45,619	25,82	234,03	17,50
DOSE	4	0,207 ^{ns}	1,409 ^{ns}	4,168 ^{ns}	8,68 ^{ns}	157,85 ^{ns}	7,02 ^{ns}
GEN*D	4	0,421 ^{ns}	0,85 ^{ns}	2,528 ^{ns}	20,93 ^{ns}	68,12 ^{ns}	4,27 ^{ns}
ERRO 2	24	0,24	2,85	8,438	16,41	145,00	10,68
Total cor.	39	9,89	146,62	434,15	1338,3	5500,40	485,10

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

Tabela 5: Análise de variância (Quadrado médio) das características relacionadas à análise de solo em milho produzido nas condições edafoclimáticas de Iranduba-AM, safra 2010/2.

FV	GL	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T
		mg/dm ³		cmolc/dm ³				
REP	3	0,27	0,02	0,45	1,55	0,17	0,32	1,36
GEN	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*D	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
	39	4,67	0,74	3,34	12,56	7,38	5,37	15,55

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

As Tabelas 4 e 5 demonstram que houve significância entre os genótipos no teste F da análise de variância para as variáveis Alumínio trocável e capacidade de troca catiônica. Em relação às doses, a única variável que apresentou significância foi t (CTC efetiva a pH 7,0). Não houve significância para as variáveis pH, C, MO, P, K, Na, Ca, Mg, H+Al e SB.

Nas Tabelas 6 e 7 são apresentados os valores médios de características relacionadas à análise de solo.

Tabela 6: Valores Médios de características relacionadas à análise de solo em milho produzido nas condições edafoclimáticas de Iranduba-AM, safra2010/2011 (Várzea).

Genótipos	pH	C	MO	P	K	Na
	H2O					
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 1 (%)	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 7: continuação da Tabela 6.- colocar sempre o enunciado completo

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

Genótipos	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T
Saracura	8,12	2,52	0,74b	3,23	10,90	11,65a	14,14a
AG-1051	7,95	2,43	0,91a	2,91	10,63	11,54a	13,54b
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 1 (%)	4,71	8,22	18,05	25,82	4,98	3,49	2,80

Na análise do teste de médias (Tabelas 6 e 7), não houve diferença entre os genótipos com relação a pH, C, MO, P, K, Na, Ca, Mg, H+Al, SB e t. Assim como na ANOVA, as variáveis que apresentaram diferenças significativas foram Al e T.

Para Al, o híbrido AG 1051 apresentou maior teor $0,91 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (colocar sempre as unidades na forma correta de sbscrito e sobrescrito) comparado a $0,74 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ obtido pela variedade Saracura. Enquanto que para T a variedade Saracura apresentou maior teor $14,14 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ comparando-se a $13,54 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ apresentado pelo híbrido AG 1051.

Tabela 8: Continuação da análise de variância da tabela 5 (Quadrado médio) das características relacionadas à análise de solo em milho produzido nas condições edafoclimáticas de Iranduba-AM, safra2010/2011 (Várzea).

FV	GL	V%	m%	Zn	Fe	Mn	Cu
mg/dm ³							
Rep	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
Total corrigido	39	476,81	244,51	18,53	297303,10	6166,67	3,66

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

A Tabela 8 demonstra que a única variável que apresentou diferenças significativas entre os genótipos no teste F da análise de variância foi o m%. Não houve significância entre os genótipos para V%, Zn, Fe, Mn e Cu. Não foi verificada diferença significativa para doses e interação genótipo x doses para nenhuma das variáveis estudadas.

Tabela 9: Continuação da tabela 4 para valores Médios de características relacionadas à análise de solo em milho produzido nas condições edafoclimáticas de Iranduba-AM, safra2010/2011 (Várzea).

Genótipos	V%	m%	Zn	Fe	Mn	Cu
Saracura	77,13	6,41a	5,54	369,45	48,94	4,56
AG-1051	78,63	7,86a	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 1 (%)	6,96	20,76	12,02	44,53	44,56	6,23
CV 2 (%)	3,34	27,99	12,07	21,21	25,03	5,21

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), não houve diferença entre os genótipos em relação a todas as variáveis estudadas.

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 10 e 11.

Tabela 10: Análise de variância (quadrado médio) 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)

Fv	GL	Altura (m)	Inserção (m)	Colmo (cm)	Quebrada (unid)	Acamada (unid)	Estande (unid)
Rep	3	0,02	0,01	0,04	10,20	5,96	50194255,89
Gen	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	50860658,95
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	0,0050	0,002	0,006	9,96	1,46	91662099,55
Total corrigido	39	0,34	0,15	0,99	343,99	77,10	3,57

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

Na Tabela 10 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. Não foi verificada diferença significativa para doses e interação genótipo x doses para nenhuma das variáveis estudadas.

Tabela 11: 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 (unid)
Saracura	2,16a	1,10	1,77b	3,31a	1,05	57963,05a
Ag 1051	2,07a	1,06	2,01a	1,52a	0,65	50814,80a
Méd. Geral	2,12	1,08	1,89	2,41	0,85	54388,92
Dms	0,10	0,10	0,07	2,25	1,83	7177,13
Cv 1 (%)	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 11), não houve diferença entre os genótipos com relação à altura, número de plantas quebradas e estande. A única variável que apresentou diferença significativa foi o diâmetro do colmo.

A variedade Saracura apresentou maior altura, estande e menor diâmetro, sendo assim, mais susceptível ao acamamento. Este resultado é confirmando por Diógenes (2011), o autor afirma que os valores correspondentes ao número de plantas acamadas, provavelmente decorre em função do diâmetro do colmo e altura da planta.

O híbrido AG 1051 apresentou menor altura, estande e maior diâmetro, tornando-se menos susceptível ao acamamento e ao quebraamento. Segundo Dourado Neto et al. (2003), relatam que a redução da população de plantas proporciona aumento do diâmetro de colmo.

Foram realizadas avaliações dos parâmetros de desenvolvimento das espigas (Comprimento e diâmetro das espigas sem palha, número de grãos por carrera/fileira, índice da espiga, peso da espiga, peso de 100 grãos e produtividade) cujos resultados são apresentados nas Tabelas 12 e 13.

Tabela 12: 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 (IE), peso da espiga sem palha (pesp), peso de 100 grãos (P100) e produtividade (prod) de milho produzidas nas condições edafoclimáticas de Iranduba-AM, 2010/2011 (Várzea).

FV	GL	Comp (cm)	Diâm. (cm)	Carr. (unid)	Fileira (unid)	IE	PESP (kg)	P100 grãos (g)	Prod.
Rep	3	5,89	2,16	0,06	21,958	0,016	1144,96	3,58	869080,29
Gen	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*
GE x DOS	4	0,21 ^{ns}	5,35 ^{ns}	1,037**	3,287 ^{ns}	0,03 ^{ns}	592,83 ^{ns}	1,79 ^{ns}	57647,10 ^{ns}
Erro 2	24	0,837	3,56	0,22	4,79	0,01	422,30	3,85	268235,02
Total corrigido	39	58,37	217,90	31,60	301,77	0,63	24997,90	199,22	12330969,79

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

Na Tabela 12, podemos observar que houve significância entre os genótipos no teste F da análise de variância para as variáveis diâmetro das espigas e número de grãos por fileira. Em relação às doses, 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. Para a variável índice da espiga, não houve significância para genótipo, dose e nem para interação entre eles.

Tabela 13: 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 (unid)	Fileira (unid)	IE	Pesp (g)	P100 (g)	Prod
Saracura	15,15a	41,75b	13,20b	28,75a	0,84	117,45a	29,13a	4378,58a
AG 1051	14,60a	44,35a	14,60a	28,40a	0,83	124,65a	28,68a	4303,78a
Méd. 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 1 (%)	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 13), não houve diferença entre os genótipos com relação a comprimento, peso das espigas sem palha, número de grãos por fileira, peso de 100 grãos e produtividade. No entanto, houve significância para diâmetro das espigas sem palha e número de grãos por carreira.

Para diâmetro das espigas sem palha, o híbrido AG 1051 apresentou maior diâmetro (44,35 mm) que a variedade Saracura (41,75 mm). o mesmo ocorrendo com a quantidade de grãos por carreira, em que o híbrido AG 1051 apresentou maior número de carreiras (14,60) em relação à variedade Saracura (13,20).

Este resultado concorda com o trabalho de Diógenes, H.C. (2011), utilizando as mesmas cultivares e o mesmo local de estudo deste trabalho, verificou que o híbrido AG 1051 obteve maior diâmetro (4,76 cm) que a variedade Saracura (4,22 cm). Segundo Gondim, M.A. (2012), comparando a produtividade de cultivares de milho em plantio direto e convencional neste mesmo local de estudo, observou que o híbrido BRS 1030 apresentou espigas com maior diâmetro (4,33 cm) em relação a (4,01 cm) obtido pela cultivar Saracura.

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 coeficiente de determinação de 63,74%, 73,78% e 68,32% respectivamente, cujos resultados são apresentados nas figuras 4, 5 e 6.

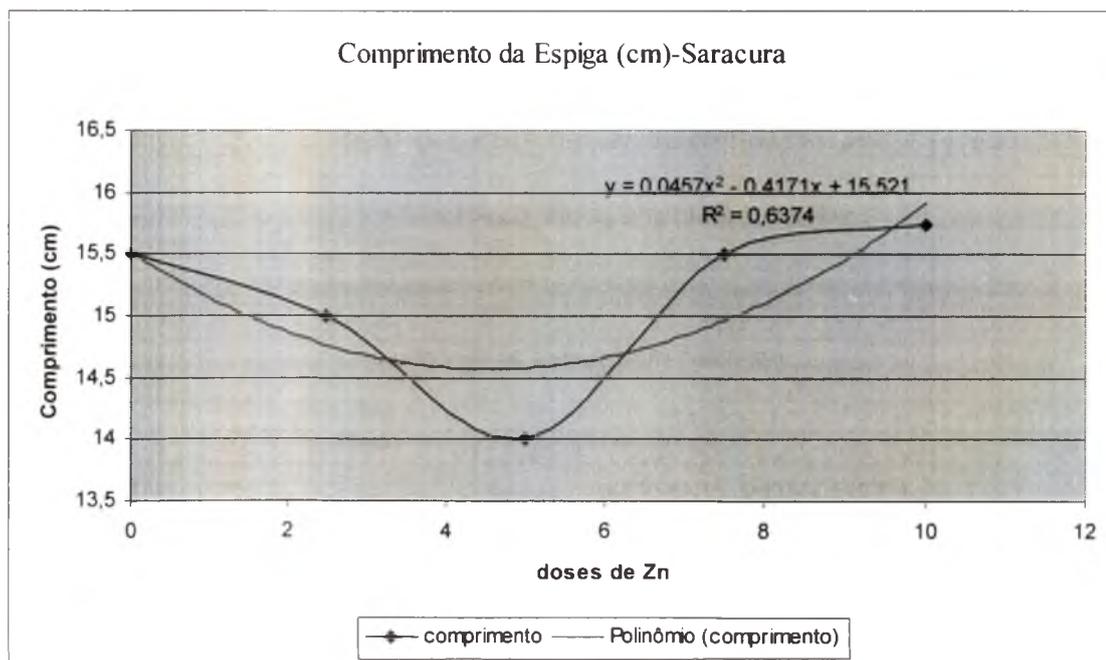


Figura 4: Representação gráfica da equação de regressão estimada para os resultados de comprimento das espigas sem palha em função das cinco doses de Zn para a variedade Saracura. Iranduba – AM, 2010/2011.

A Figura 4 demonstra 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, seguido de (15,5 cm) obtido pela testemunha, apresentando pequena diferença em relação à maior dose. Isto demonstra que as doses de Zn utilizadas exerceram pouca influência para o aumento no tamanho das espigas sem palha, fato que pode ser explicado pelo teor deste micronutriente está adequado para a cultura e a variedade Saracura deve apresentar pouca exigência em relação à adubação com Zn.

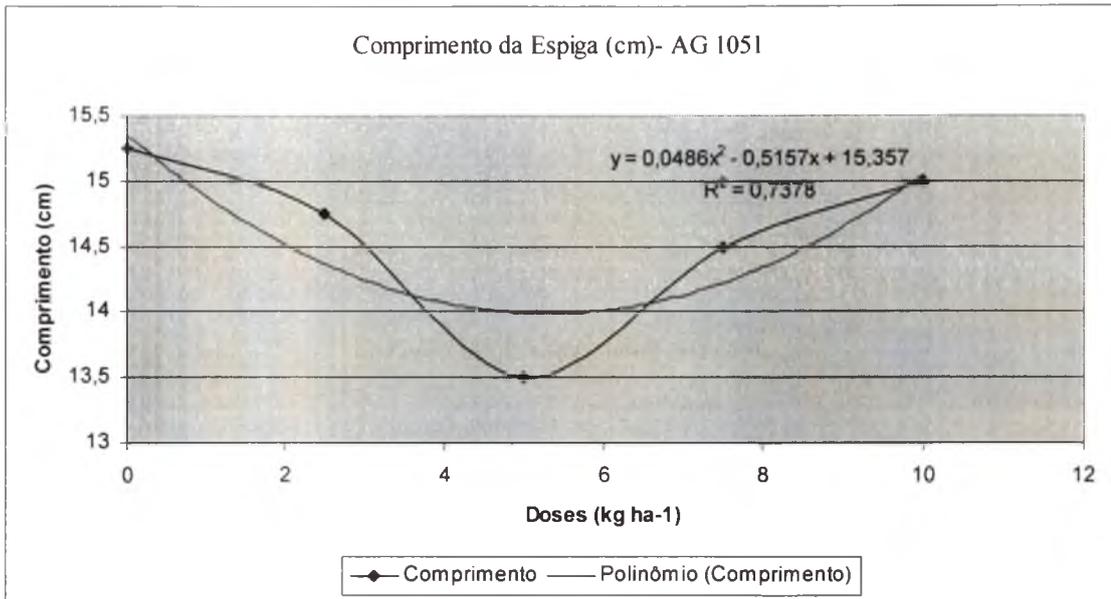


Figura 5: Representação gráfica da equação de regressão estimada para os resultados de comprimento das espigas sem palha em função das cinco doses de Zn para o híbrido AG 1051 Iranduba – AM, 2010/2011.

Para o híbrido AG 1051, o tratamento testemunha (dose 0) foi o que apresentou maior comprimento da espiga sem palha (15,25 cm), valor que foi reduzido com a adição de doses de Zn (figura 5), indicando que o teor deste elemento está adequado para a cultura e que as doses utilizadas foram insuficientes para exercer aumento considerável no comprimento das espigas sem palha. Verificamos ainda que o híbrido AG 1051 necessita de doses acima de 10 kg ha⁻¹ de Zn para responder consideravelmente a adubação.

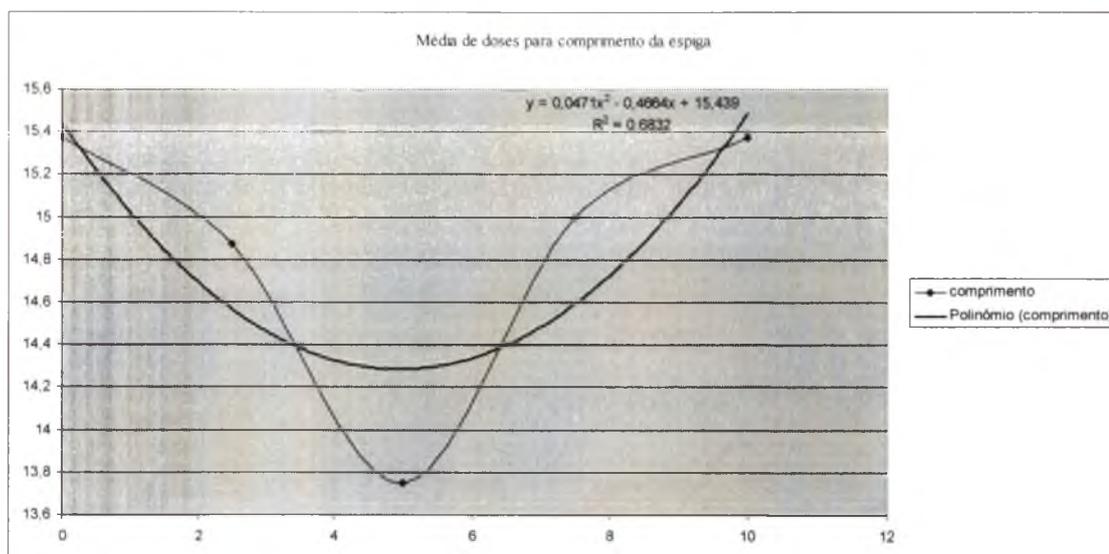


Figura 6: Representação gráfica da equação de regressão estimada para as médias entre os genótipos de doses de Zn em relação ao comprimento da espiga sem palha. Iranduba – AM, 2010/2011.

Na figura 6 podemos verificar que as doses 0 e 10 kg ha⁻¹ de Zn apresentaram a maior média entre os genótipos (15,375 cm) para comprimento das espigas sem palha. Apesar de que o teor de Zn está adequado para a cultura, os genótipos continuam respondendo a adubação necessitando de doses acima de 10 kg ha⁻¹ de Zn para obterem melhores resultados.

Número de grãos por fileira da espiga

Verificamos relação quadrática significativa para número de grãos por fileira da espiga 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 78,86%, 75,29% e 82,6% respectivamente, cujos resultados são apresentados nas figuras 7, 8 e 9.

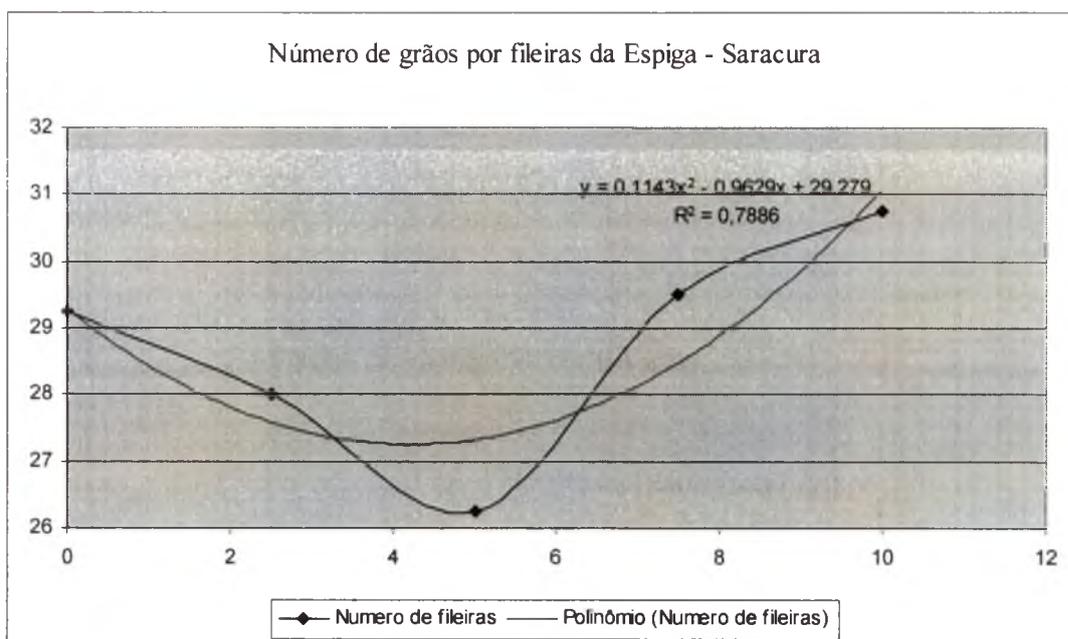


Figura 7: Representação gráfica da equação de regressão estimada para os resultados de número de grãos por fileira da espiga em função das cinco doses de Zn para a variedade Saracura. Iranduba – AM, 2010/2011.

A maior quantidade de grãos por fileira para a variedade Saracura foi obtida pela dose 10 kg ha⁻¹ de Zn (30,75), seguido de (29,5) apresentado pela dose 7,5, demonstrando que mesmo com teor de Zn adequado para a cultura, esta variedade continua respondendo consideravelmente a adubação (figura 7).

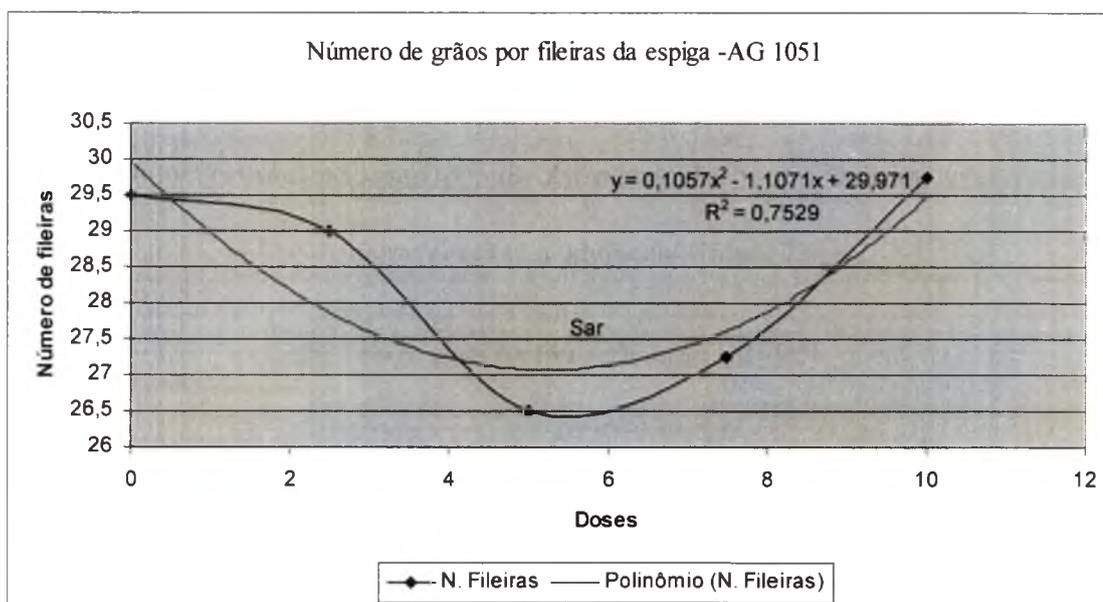


Figura 8: Representação gráfica da equação de regressão estimada para os resultados de número de grãos por fileira da espiga em função das cinco doses de Zn para o híbrido AG 1051. Iranduba – AM, 2010/2011.

Em relação ao híbrido AG 1051, a dose 10 kg ha⁻¹ de Zn apresentou maior número de grãos por fileira (29,75) seguida da testemunha (29,5) (figura 8). Como foi afirmado anteriormente, o teor de Zn está adequado para a cultura, no entanto, o híbrido AG 1051 necessita de dosagens acima de 10 kg ha⁻¹ de Zn para responder consideravelmente à adubação, o que demonstra que este híbrido é mais exigente a adubação com Zn do que a variedade Saracura.

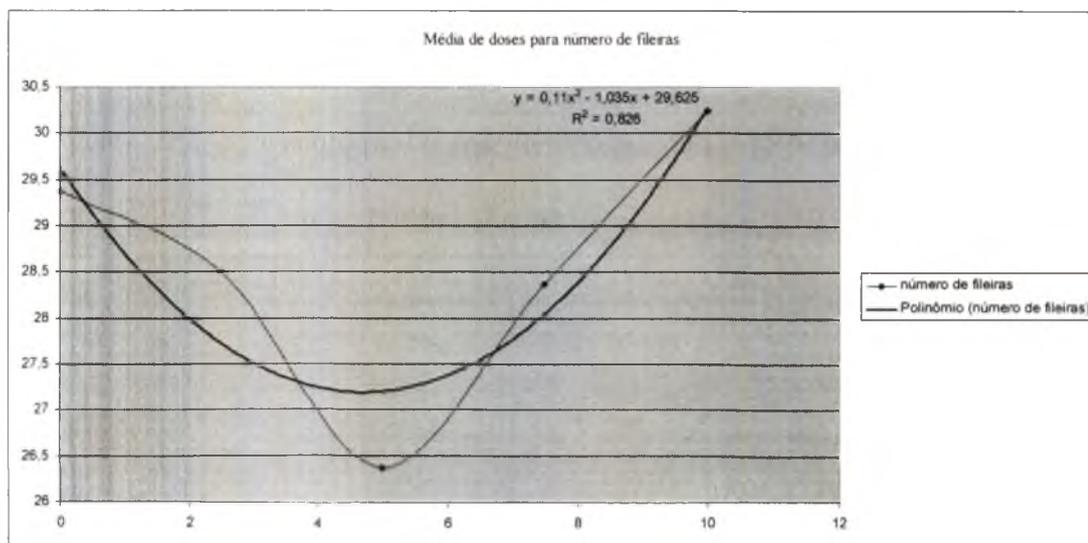


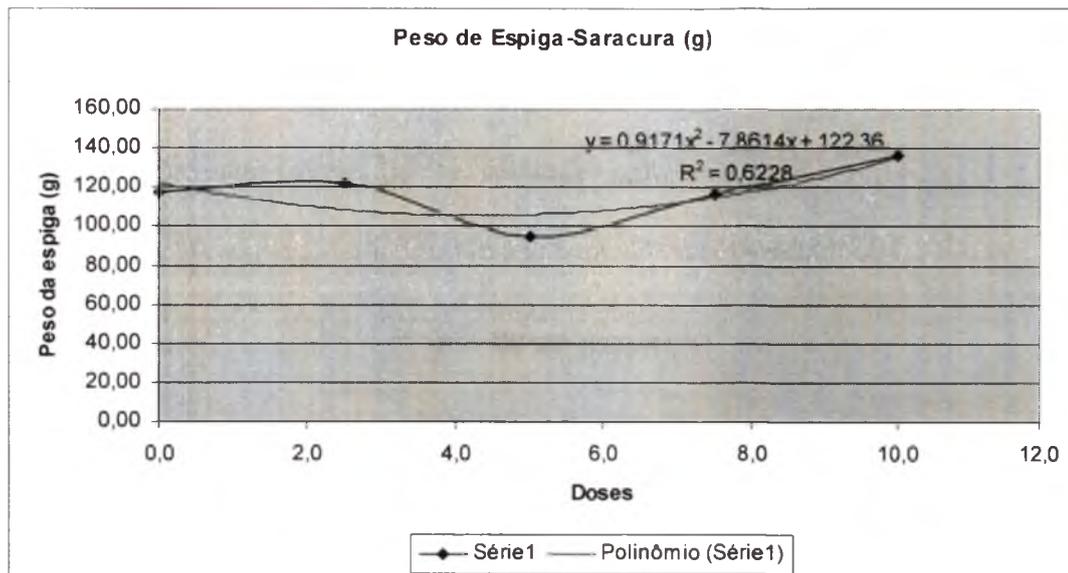
Figura 9: Representação gráfica da equação de regressão estimada para médias entre os genótipos de número de grãos por fileira das espigas em função das cinco doses de Zn. Iranduba – AM, 2010/2011.

Verificamos na figura 9, que a maior e a menor média entre os genótipos para número de grãos por fileira foram (30,25) e (26,375) respectivamente, correspondendo a 10 e 5kg ha⁻¹ de Zn. Como já foi observado anteriormente, o maior valor médio não difere muito da testemunha (29,375), isto indica que o teor de Zn está adequado para cultura, apesar disso, os genótipos continuam respondendo ao aumento da adubação.

Peso das espigas sem palha

Foi observada 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 62,28%, e respectivamente, cujos resultados são apresentados nas figuras 10, 11 e 12.



Peso de 100 grãos

Houve relação quadrática significativa 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 62,28%, e 67,23% respectivamente, cujos resultados são apresentados nas figuras 13, 14 e 15.

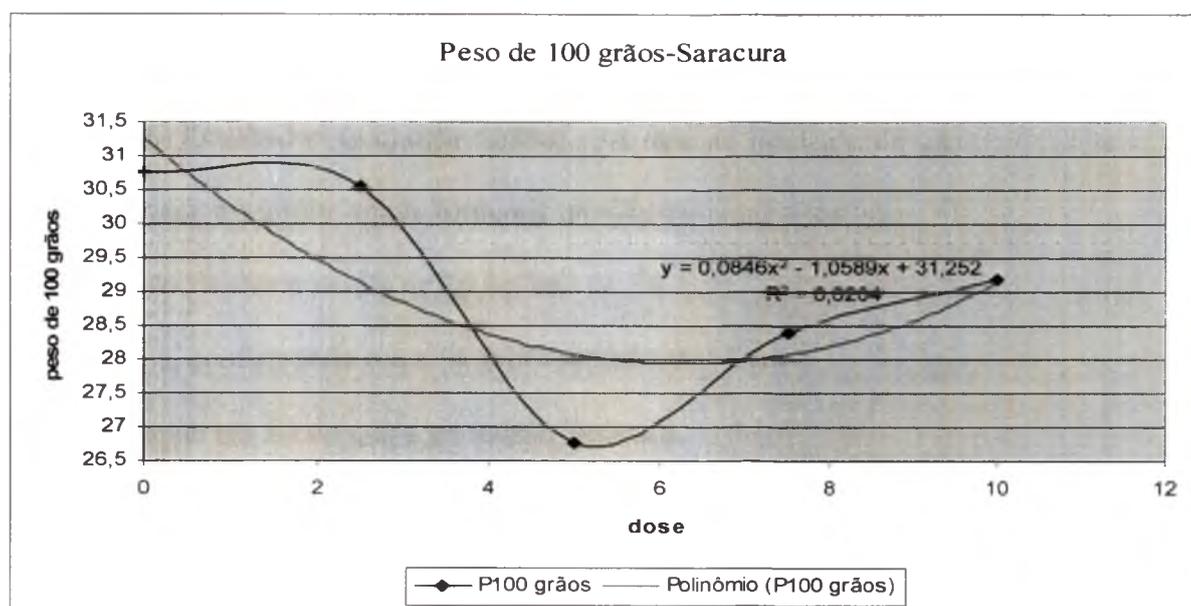


Figura 13: Representação gráfica da equação de regressão estimada para peso de 100 grãos em função das cinco doses de Zn para a variedade saracura. Iranduba – AM, 2010/2011.

Para a variedade Saracura, o maior peso de 100 grãos (30,755 g) foi obtido pela testemunha (figura 13), observamos que com a adição de doses de Zn ocorreu redução deste valor, demonstrando que o teor de Zn na planta está adequado para a cultura não havendo necessidade de adubação com este elemento para esta variável.

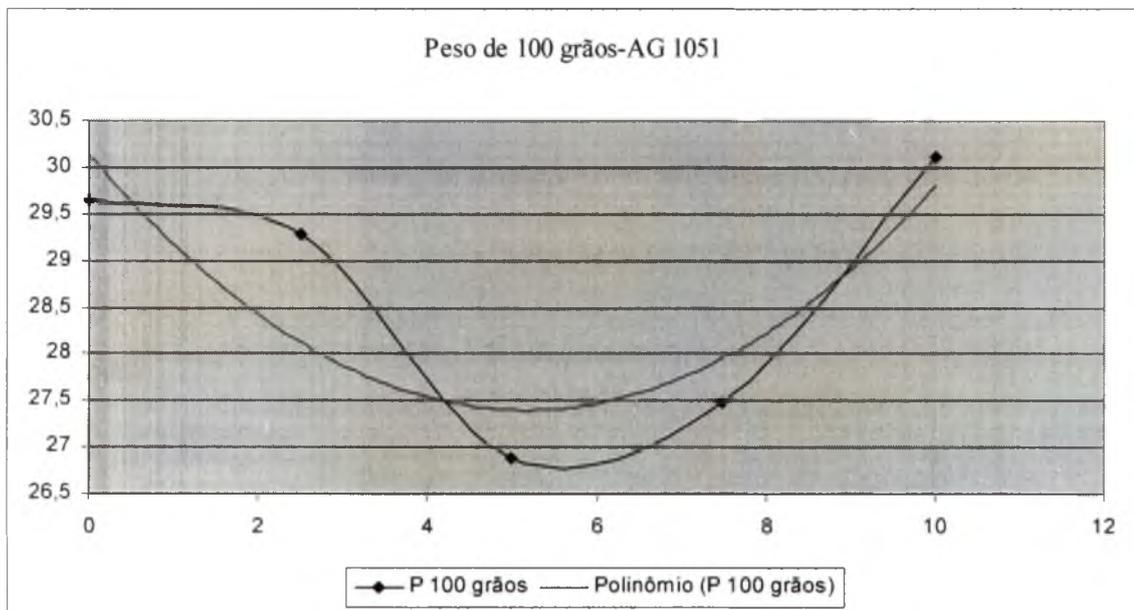


Figura 14: Representação gráfica da equação de regressão estimada para peso de 100 grãos em função das cinco doses de Zn para o híbrido AG 1051. Iranduba – AM, 2010/2011.

Em relação a variável peso de 100 grãos, o híbrido AG 1051 apresentou maior peso (30,12 g) na dose 10 kg ha⁻¹ de Zn seguido de (29,6425 g) obtido pela testemunha (figura 14). Resultados que demonstram que apesar da planta possuir teor de Zn adequado para a cultura ainda responde positivamente a adubação. Verificamos que com a adição de doses acima de 10 kg ha⁻¹ de Zn aumentará consideravelmente o peso de 100 grãos, confirmando o que já foi observado anteriormente que o híbrido AG 1051 é mais exigente em Zn do que a variedade Saracura.

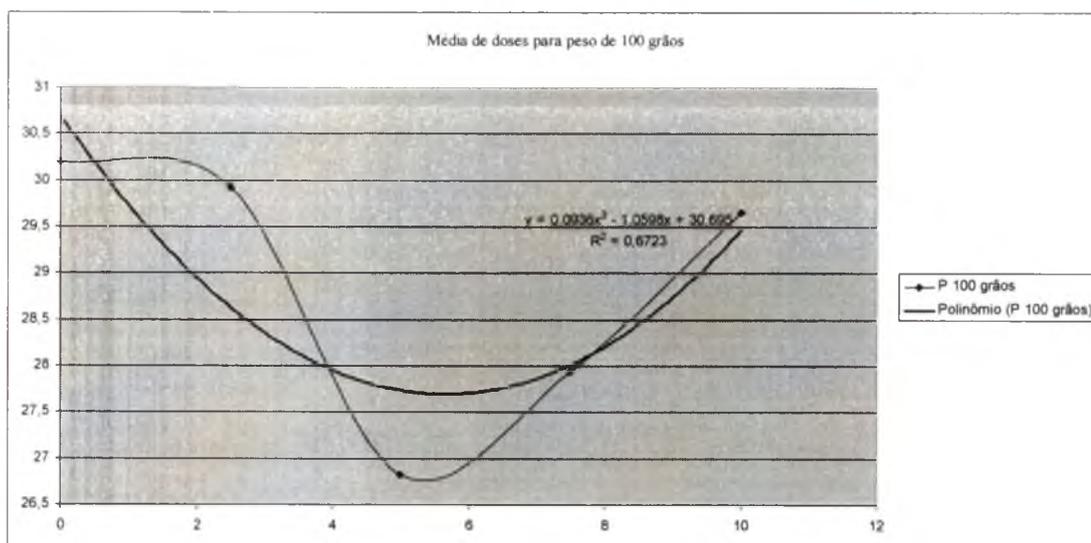


Figura 15: Representação gráfica da equação de regressão estimada para média de peso de 100 grãos entre os genótipos em função das cinco doses de Zn. Iranduba – AM, 2010/2011.

Em relação ao peso de 100 grãos, a média entre os genótipos nos mostra que o maior peso (30,19875 g) foi obtido pela testemunha e com a adição das doses de Zn ocorreu o decréscimo deste valor (figura 15). Entretanto, podemos observar um aumento considerável no intervalo de 7,5 a 10. Isto indica que mesmo os genótipos apresentando teores de Zn adequados para a cultura continuam respondendo a adubação, necessitando de doses acima de 10 kg ha^{-1} de Zn para apresentar melhores resultados.

8. 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. et al. **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 FILHO, M. P. et al. **Interação entre calagem e zinco na absorção de nutrientes e produção de arroz de sequeiro em casa de vegetação**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 16, n. 3, p. 355-360, 1992.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 1999. 412p.

EMBRAPA em: <http://www.cnpms.embrapa.br/produtos/.../br106.html>. Acesso em 20/Jul de 2010.

FAJARDO, J. D. V. et al. **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.

FERREIRA, H.A. et al. **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.

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. et al. **Eficiência de cultivares de milho na absorção e utilização de zinco.** ScientiaAgricola, Piracicaba, v. 62, n. 3, p. 264-273, 2005.

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.

LIBERA, A. M. D. **Efeito de bioestimulantes em caracteres fisiológicos e de importância agrônômica em milho (Zeamays 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.

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

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

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** Piracicaba: Ceres, 2006.

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

MENEZES, A. A. et al. **Disponibilidade de zinco para milho pelos extratores mehlich-1, mehlich-3 e dtpa em solos de Minas Gerais, na presença e ausência de calagem.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 34, p.417-424, 2010.

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

MUNER, L. H. et al. **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.

PAULA, M. B. et al. **Curva de resposta e avaliação de extratores para zinco disponível em solos hidromórficos e aluviais sob arroz inundado.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 15, n. 1, p. 49-55, 1999.

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.

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.

TITO, G. A. et al. **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.

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. et al. **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.