



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS DA AMAZÔNIA**

**DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DE  
CULTIVARES DE MILHO (*Zea Mays*) EM AMBIENTE DE  
VÁRZEA E ESTUFA DE CULTIVO.**

**VALÊNCIO FLORES DA CUNHA NETO**

**Santarém, Pará  
Março, 2017**

**Valêncio Flores da Cunha Neto**

**DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DE  
CULTIVARES DE MILHO (*Zea Mays*) EM AMBIENTE DE  
VÁRZEA E ESTUFA DE CULTIVO.**

ORIENTADORA: Dra. PATRÍCIA CHAVES DE OLIVEIRA

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, junto ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Naturais da Amazônia.

Área de concentração: Estudo e Manejo de Ecossistemas Amazônicos

**Santarém, Pará  
Março, 2017**

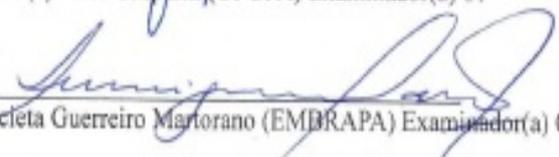
**DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES  
DE MILHO (*Zea Mays*) EM AMBIENTE DE VÁRZEA E  
ESTUFA DE CULTIVO**

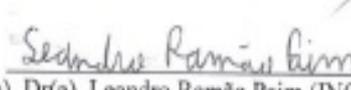
Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Ambientais, Área de concentração: Estudo e Manejo de Ecossistemas Amazônicos. Aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Recursos Naturais da Amazônia, nível de mestrado, da Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, 22/03/2017.

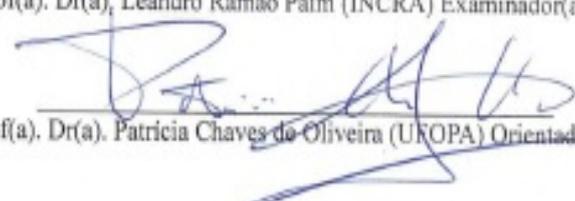
Prof(a). Dr(a). Troy Beldini (UFOPA)  
Coordenador(a) do PGRNA

Apresentada à Comissão Examinadora, integrada pelos Professores:

  
Prof(a). Dr(a). Elói Gasparin (UFOPA) Examinador(a) 01

  
Prof(a). Dr(a). Lucileta Guerreiro Martorano (EMBRAPA) Examinador(a) 02

  
Prof(a). Dr(a). Leandro Ramão Paim (INCRA) Examinador(a) 03

  
Prof(a). Dr(a). Patrícia Chaves de Oliveira (UFOPA) Orientador(a)

Santarém, Março de 2017

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**  
**Sistema Integrado de Bibliotecas – SIGI/UFOPA**

---

- C972d Cunha Neto, Valêncio Flores da  
Desenvolvimento e produtividade de cultivares de milho(Zea Mays) em  
ambientes de várzea e estufa de cultivo. / Valêncio Flores da Cunha Neto. –  
Santarém, Pa, 2017.  
67 fls.: il.  
Inclui bibliografias.
- Orientadora Patricia Chaves Oliveira  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Pró-Reito-  
ria de Pesquisa e Pós-Graduação e Inovação Tecnológica, Programa de Pós-  
Graduação em Recursos Naturais.
1. Amazônia. 2. Variedade. 3. Híbrido duplo. 4. Milho. I. Oliveira, Patricia Cha-  
ves, *orient.* II. Título.

CDD: 23 ed. 633.15

# DEDICATÓRIA

iv

Dedico este trabalho a Deus, meus pais, minha esposa e filha e meus irmãos.

## AGRADECIMENTOS

A professora Patrícia Chaves de Oliveira, pela orientação e disponibilidade para a condução deste trabalho.

Ao Laboratório de Ecologia de Ecossistemas Amazônicos (LEEA) da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), pela realização deste trabalho.

Aos professores do PPGRNA pelos ensinamentos passados que contribuíram para uma nova experiência de vida.

Aos meus pais Lourival e Izabel, que nunca mediram esforços para que pudesse ir cada vez mais a frente.

A minha esposa Fabiana e minha filha Isabela que tiveram paciência e carinho comigo durante esta jornada.

Aos meus irmãos que sempre souberam o momento certo de proferir uma palavra de apoio e incentivo.

Ao Sr. Antônio Rodrigues e a Dona Eli, que permitiram a realização do experimento em seu sítio e me acolheram de forma gentil e prestativa.

Aos meus colegas de mestrado, que sempre demonstraram otimismo apesar dos obstáculos que enfrentamos e especialmente a Leuzimar que me auxiliou nas análises de laboratório.

Ao meu colega de trabalho Francisco Erivan pela ajuda.

Ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) por ter autorizado jornada de trabalho em horário especial durante esse período.

Por fim a todos que contribuíram de alguma forma para a realização desse trabalho. Muito obrigado.

## EPÍGRAFE

**“A admiração é filha da ignorância, porque ninguém se admira senão das coisas que ignora, principalmente se são grandes; e mãe da ciência, porque admirados os homens das coisas que ignoram, inquirem e investigam as causas delas até as alcançar, e isto é o que se chama ciência.”**

Padre Antônio Vieira

CUNHA, Valêncio Flores da. **Desenvolvimento de Cultivares de Milho (*Zea Mays*) Em Ambiente de Várzea e Estufa de Cultivo**. 2017 xxx p. Dissertação de Mestrado em Recursos Naturais da Amazônia. Área de Concentração: Interação Biosfera Atmosfera - Programa de Pós-Graduação em Recursos Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, Santarém, 2017.

## RESUMO

O milho é reconhecidamente uma das mais importantes culturas agrícolas, alterações ambientais podem acarretar perdas de produtividade. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e desenvolvimento desta cultura sob o modo tradicional de cultivo e sob duas condições de iluminação e três doses de nitrogênio. A pesquisa de campo foi conduzida no Projeto de Assentamento Agroextrativista Urucurituba, localizado na região de várzea de Santarém/PA, o solo é classificado como Neossolo Flúvico eutrófico, utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, sendo os tratamentos as cultivares de milho: a variedade Bandeirante e o híbrido duplo AG1051. O experimento em estufa de cultivo foi conduzido na Fazenda Experimental da UFOPA no município de Santarém objetivando comparar o desenvolvimento do milho híbrido AG 1051 com a variedade Bandeirante em duas condições de luminosidade, 100% e 50% de luz e sob três doses de nitrogênio, 0 g.pl<sup>-1</sup>; 0,46 g.pl<sup>-1</sup>; 0,92 g.pl<sup>-1</sup>. No experimento de campo foram avaliadas a altura de plantas, diâmetro do colmo, massa seca de folhas, massa seca de colmo e massa seca de grãos sendo que a cultivar Bandeirante obteve a maior produtividade de massa seca de grãos, sendo 29,3% superior ao AG1051, massa seca de colmo e massa seca total também foram significativamente maiores para esta cultivar, além de demonstrar uma correlação positiva entre massa seca de colmo e massa seca de folhas ( $r = 0,65$ ) positiva, o que é desejável para produção de silagem. No experimento em estufa as cultivares apresentaram padrão de crescimento geométrico para altura de planta e diâmetro de colmo em todos os tratamentos. A luminosidade de 50% afetou negativamente o acúmulo de massa seca da parte aérea. Houve interação entre as doses de nitrogênio e cultivares para o parâmetro teor de nitrogênio na folha e a análise multivariada demonstrou não haver diferenças entre as cultivares na dose 0 de nitrogênio. Conclui-se que a variedade Bandeirante é a mais adaptada para o cultivo nessa região para o sistema de cultivo das populações tradicionais, doses pequenas de nitrogênio não afetaram o crescimento das plantas e o estresse luminoso prejudica o desenvolvimento o desenvolvimento da parte aérea do milho.

Palavras-chave: Amazônia, Variedade, Híbrido duplo.

CUNHA, Valêncio Flores da. **Desenvolvimento de Cultivares de Milho (*Zea Mays*) Em Ambiente de Várzea e Estufa de Cultivo**. 2017 xxx p. Dissertação de Mestrado em Recursos Naturais da Amazônia. Área de Concentração: Interação Biosfera Atmosfera - Programa de Pós-Graduação em Recursos Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, Santarém, 2017.

## ABSTRACT

Corn is recognized as one of the most important agricultural crops, environmental changes can lead to lost productivity. The objective of this work was to evaluate the yield and development of this crop under traditional mode of cultivation and under two lighting conditions and three nitrogen doses. The field research was conducted in the Urucurituba Agroextractivist Settlement Project, located in the várzea region of Santarém / PA, the soil is classified as eutrophic Flubic Neosol, the design was in a randomized block design, the treatments being maize cultivars: a Bandeirante variety and the double hybrid AG1051. The cultivar greenhouse experiment was conducted at the UFOPA Experimental Farm in the municipality of Santarém to compare the development of hybrid corn AG 1051 with the Bandeirante variety in two light conditions, 100% and 50% light and under three nitrogen doses, 0 gr.pl<sup>-1</sup>; 0,46 gr.pl<sup>-1</sup>; 0,92 gr.pl<sup>-1</sup>. In the field experiment, plant height, stem diameter, leaf dry mass, stem dry matter and dry mass of grain were evaluated, and it was evaluated the highest productivity of dry grain mass, which was 29.3% higher than that of AG1051, stem dry mass and total dry mass were also significantly higher for this cultivar, as well as showing a correlation positive between stem dry mass and leaf dry mass ( $r = 0.65$ ), which is desirable for silage production . In the greenhouse experiment the cultivars presented geometric growth pattern for plant height and stem diameter in all treatments. The luminosity of 50% negatively affected the accumulation of dry mass of the aerial part. There was interaction between the nitrogen and cultivar doses for the nitrogen content parameter in the leaf and the multivariate analysis showed no differences among the cultivars at dose 0 of nitrogen. It is concluded that the Bandeirante variety is the most adapted to the cultivation in this region for the system of cultivation of the traditional populations, small doses of nitrogen did not affect the growth of the plants and the light stress impairs the development of the aerial part of the corn.

Key-Words: Amazon, Variety, Double Hybrid.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1.INTRODUÇÃO.....	12
1.1.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
1.1.1.Milho.....	13
1.1.2.Ecosistema de várzea.....	16
1.1.3.Solos.....	17
1.1.4.Vegetação.....	18
1.1.5.Luminosidade.....	19
1.1.6.Análise quantitativa de crescimento.....	19
1.1.7.Nutrição mineral de plantas.....	22
1.1.8.Cultivares estudadas.....	24
1.1.8.1. Variedade AL Bandeirante.....	24
1.1.8.2 Híbrido duplo AG 1051.....	24
1.2. OBJETIVOS.....	24
1.2.1. Objetivo Geral.....	24
1.2.2. Objetivos Específicos.....	25
1.2.2.1. Experimento em ecossistema de várzea.....	25
1.2.2.2. Experimento em estufa de cultivo.....	25
Referências Bibliográficas.....	26
CAPÍTULO 1	
Rendimento e desenvolvimento de cultivares de milho em região de várzea do rio Amazonas em Santarém/PA.....	33
CAPÍTULO 2	
Desenvolvimento de milho sob duas condições de luminosidade em baixas doses de nitrogênio.....	51
3. CONCLUSÕES.....	66

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

- Figura 1. Dados de temperatura e precipitação no período de condução do experimento, estação meteorológica 8º BEC – Exército Brasileiro, Rod. Br 163 km 5.....33
- Figura 2. Altura de planta das cultivares Bandeirantes e AG 1051 cultivadas em ambiente de várzea do rio Amazonas no PAE Urucurituba, Santarém-PA.....34
- Figura 3. Taxa de crescimento absoluto A – e Taxa de crescimento relativo B para altura de planta das cultivares Bandeirantes e AG 1051 cultivadas em ambiente de várzea do rio Amazonas no PAE Urucurituba, Santarém-PA.....35
- Figura 4. Diâmetro do colmo para as cultivares Bandeirantes e AG 1051 cultivadas em ambiente de várzea do rio Amazonas no PAE Urucurituba, Santarém-PA.....35
- Figura 5. Taxa de crescimento absoluto do colmo para as cultivares Bandeirantes e AG 1051 cultivadas em ambiente de várzea do rio Amazonas no PAE Urucurituba, Santarém-PA.....36
- Figura 6. Razão altura/diâmetro do colmo para as cultivares Bandeirantes e AG 1051 cultivadas em ambiente de várzea do rio Amazonas no PAE Urucurituba, Santarém-PA.....37
- x
- Figura 7. Análises de Variância para as variáveis avaliadas Altura de Planta (Alt) - **A**, Massa seca do colmo (Msc) - **B**, Massa seca de folha (Msf) - **C**, Massa seca total (Mst) - **D**, Massa seca de grãos (Msg) - **E**, área foliar específica (AFE) - **F** e Índice de Colheita (IC) – **G**, das cultivares Bandeirante e AG 1051 cultivadas em ambiente de várzea do rio Amazonas no PAE

Urucurituba, Santarém-PA.....	39
-------------------------------	----

## CAPÍTULO 2

Figura 1. Dados de temperatura no período de condução do experimento obtidos na estação meteorológica localizada no 8º BEC – Exército Brasileiro, Rod. BR 163, km 5.....	51
--	----

Figura 2. Altura de planta das cultivares AG1051 (A) e Bandeirantes (B) sob 100% de luz (L) e 50% de luz (S) sob três doses de N ( $0 = 0 \text{ g.planta}^{-1}$ ; $1 = 0,46 \text{ g.planta}^{-1}$ ; $2 = 0,92 \text{ g.planta}^{-1}$ ) cultivado em estufa na fazenda experimental da UFOPA, Santarém-PA.....	52
---	----

Figura 3. Diâmetro do colmo das cultivares AG1051 (A) e Bandeirantes (B) sob 100% de luz (L) e 50% de luz (S) sob três doses de N ( $0 = 0 \text{ gr.planta}^{-1}$ ; $1 = 0,46 \text{ gr.planta}^{-1}$ ; $2 = 0,92 \text{ gr.planta}^{-1}$ ) cultivado em estufa na fazenda experimental da UFOPA, Santarém-PA.....	53
---	----

Figura 4. Taxa de crescimento absoluto TCA das cultivares AG1051 (A) e Bandeirantes (B) sob plena luz (L) e 50% de sombreamento (S) sob três doses de N ( $0 = 0 \text{ gr.planta}^{-1}$ ; $1 = 0,46 \text{ gr.planta}^{-1}$ ; $2 = 0,92 \text{ gr.planta}^{-1}$ ) cultivado em estufa na fazenda experimental da UFOPA, Santarém-PA.....	54
---	----

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) pertencente ao gênero *Zea*, espécie *Zea mays* L, família Poaceae, é uma planta anual, monocotiledônea. Tem grande valor econômico caracterizado pelas diversas formas de utilização, que vai desde alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. A maior parte da produção deste grão destina-se a alimentação animal, na alimentação humana são utilizados principalmente derivados (DEMÉTRIO et al. 2008).

O milho representa uma importante cultura para agricultura familiar, de acordo com o Censo Agropecuário Familiar de 2006, no Brasil foram produzidos aproximadamente 42 mil toneladas deste cereal, e 48% da produção brasileira deste cereal teve como origem estabelecimentos de agricultura familiar assim classificados segundo aos critérios estabelecidos na Lei 11.326/2006 (CONAB, 2015; MDA, 2009).

Em 2014 o Brasil produziu 79.170.546 toneladas de milho, com área cultivada de 15.745.775 ha, considerando primeira e segunda safras e tendo como produtividade média 5.058 kg.ha<sup>1</sup> na primeira safra e 5.227 kg.ha<sup>1</sup> na segunda safra. No estado do Pará nesse mesmo ano a produção de milho foi de 590.078 toneladas, a área cultivada foi de 350.577 ha e produtividade média de 2.920 kg.ha<sup>1</sup> e 2.621 kg.ha<sup>1</sup> respectivamente na primeira e segunda safra (CONAB, 2015; IBGE, 2016)

Conforme dados do governo estado do Pará, no município de Santarém a área cultivada no ano de 2012 com milho foi de 5.100 ha, com produção de 15.750 toneladas e produtividade média de 3.088 kg.ha<sup>1</sup> (IDESP, 2014)

Fica clara a disparidade entre a produtividade média das lavouras do estado do Pará e do município de Santarém quando comparadas a média nacional de produtividade da cultura do milho.

Em recente pesquisa realizada por empresas prestadoras de assistência técnica contratadas pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA de Santarém, foi constatado que o milho é uma cultura presente em todos os projetos de assentamento agroextrativistas participantes da pesquisa (INCRA – ATES), constituindo um produto importante por ser utilizado na alimentação animal, humana e também como produto para comercialização, ou seja constitui uma fonte importante de recursos financeiros para famílias com atividade econômica principal a agricultura familiar (INCRA, 2015).

Ressalta-se que esses projetos de assentamentos criados nessa modalidade agroextrativistas, são localizados na região de várzeas que são inundáveis durante o período chuvoso e possuem a característica de serem ocupados por populações tradicionais, com

características produtivas de baixa tecnologia.

Nos últimos 70 anos o Brasil obteve posição de destaque com significativo avanço tecnológico na produção de cultivares de milho, como exemplo, na safra 2010/2011 esteve a disposição dos produtores de milho cerca de 400 cultivares indicadas para as mais diversas regiões do país. O aumento da produtividade em área já tradicionalmente produtoras do grão vem como fruto de um intenso trabalho de pesquisa e investimento em tecnologia na cultura e um dos maiores desafios é a adaptação das cultivares ao ambiente de forma que possam expressar todo o potencial produtivo (CRUZ, 2013).

Tradicionalmente na região de Santarém/PA são utilizadas variedades de milho para a produção em estabelecimentos familiar, dando-se destaque para a variedade AL-Bandeirante, contrastando com a agricultura empresarial de larga escala onde predomina a utilização de sementes híbridas. A maciça utilização de sementes de milho variedade, como a AL-Bandeirante advém do fato da baixa tecnologia disponível às famílias que fazem o seu cultivo e do valor mais acessível para aquisição das sementes, além de poderem fazer sementes dos grãos colhidos (informação verbal)<sup>1</sup>.

O que pode ser observado na região é que não há diversificação de cultivares disponíveis para agricultores familiares sendo a variedade Bandeirantes AL a mais difundida para esse perfil de agricultor, algo completamente diferente do que ocorre com a agricultura empresarial, que dispõe de grandes empresas nacionais e multinacionais com uma imensa gama de cultivares.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho será analisar desenvolvimento da espécie *Zea Mays*, cultivar AL Bandeirantes e do Híbrido AG 1051 em ambiente de várzea e em estufa e assim fazer considerações a respeito da adaptabilidade destes nos ambientes onde serão desenvolvidas as pesquisas.

## **1.1.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1.1. Milho**

O milho (*Zea mays* L.) pertencente ao gênero *Zea*, espécie *Zea mays* L, família Poaceae, é uma planta anual, monocotiledônea. Tem grande valor econômico caracterizado pela gama diversa de formas de utilização, que vai desde alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. A maior parte da produção deste grão destina-se a alimentação animal, na alimentação humana são utilizados principalmente derivados (DEMÉTRIO et al. 2008; SANGOI et al. 2011).

---

<sup>1</sup>Informação fornecida por Cristovão Sena – Técnico da Emater/PA

Este gênero é composto por um grupo de gramíneas, algumas perenes e outras anuais, nativas do México e América Central conforme relata Doebley (2012) em um trabalho de revisão bibliográfica a respeito do centro de origem e plantas nativas de milho na América.

O milho é considerado um alimento energético para as dietas humana e animal devido à sua composição predominantemente de carboidratos (amido) e lipídeos (óleo). A proteína presente nesse cereal, embora em quantidade significativa, possui qualidade inferior à de outras fontes vegetais e animais, mas já há melhoramento genético nesse sentido de dar melhor qualidade a proteína do milho (PAES, 2006).

Pode ser encontrado nos mais diversos ambientes, onde através da tecnologia e pesquisa tem sido desenvolvido tipos tão diferentes de milho que seu cultivo é possível desde a latitude 0° até áreas de clima temperado e ocorre até em altitudes superiores a 3.600 m. Atualmente, a área semeada é insuficiente para atender as demandas do mercado interno, gerando problemas de oferta e demanda (RICARDO et al. 2011)

Devido ao alto grau de tecnologia aplicado a cultura hoje, é difícil uma caracterização quanto à altura de plantas, ciclo da cultura, produtividade e etc, já que os cruzamentos e outras técnicas de melhoramento genético produziram uma gama enorme de variedades e híbridos disponíveis para cultivo (ARGENTA et al, 2001). Entretanto Doebley (2012) relata cultivares de milho nativas que conseguem atingir mais de 4,0 metros de altura em plantas adultas.

O milho é uma planta C4 que não atinge saturação luminosa, tendo alta eficiência no aproveitamento da luz. Há relação direta entre a produtividade da cultura e a sua capacidade de aproveitamento da energia luminosa. Entretanto, a eficiência da conversão da energia solar em fitomassa depende de vários fatores internos da planta (fatores fisiológicos) e de condições externas ou ecológicas (HODGSON, 1957; BLACKMAN e BLACK, 1959).

É importante ressaltar essa característica das plantas de milho, o fato de ser uma planta C4, pois isso garante maior eficiência na absorção de radiação solar e produção de foto assimilados para transformação em carboidratos, quando comparado a plantas C3. Machado e Lagôa (1994) observaram os benefícios dessa característica em um experimento comparando parâmetros fisiológicos de milho, sorgo e arroz em ambiente controlado sem deficiência hídrica. No entanto, o milho tem alta eficiência nessa transformação de energia solar e carbono em carboidratos e outros metabólitos quando comparado a gramíneas invasoras comuns da própria cultura. Parizet al. (2011) observou no plantio consorciado de milho com quatro espécies do gênero *brachiaria*, objetivando a produção de forragem, que todas as forrageiras influenciaram negativamente a produtividade do milho, sem que o milho interferisse no desenvolvimento destas.

A cultura do milho apresenta uma necessidade hídrica entre 450 a 600 mm de água por hectare durante todo o ciclo da cultura para um pleno desenvolvimento (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000). Comparada a outras cultura de grande importância econômica, o milho não apresenta um necessidade de água muito superior a elas, de acordo com Guerra et al. (2003), os coeficientes de culturas ( $K_c$ ), que serve como parâmetro para indicar a exigência de água pelas plantas, as culturas de feijão, milho, trigo e arroz apresentam coeficientes de cultura em torno de 1,51; 1,63; 1,57; 1,69 respectivamente, no entanto, o milho se destaca pela produtividade, sendo que as médias obtidas foram: 3000 kg.ha<sup>-1</sup> de feijão, 9600 kg.ha<sup>-1</sup> de milho, 5400 kg.ha<sup>-1</sup> de trigo e 4500 kg.ha<sup>-1</sup> de arroz.

O desenvolvimento das plantas de milho pode ser acompanhado utilizando o sistema de identificação dos estádios fenológicos da planta, que são vegetativo e reprodutivo. Dentro desses estágios o desenvolvimento é acompanhado através da contagem de folhas, sendo V1 para uma folha plenamente expandida, V2 segunda folha até Vn onde n é a última folha plenamente expandida e é findada a fase vegetativa com Vt onde t é a emissão do pendão. A fase reprodutiva é indicada pela letra R, onde R1 representa o embonecamento, R2 grão bolha d'água, R3 grão leitoso, R4 grão pastoso, R5 formação de dente e R6 maturidade fisiológica do grão (MAGALHÃES et al. 2002).

De acordo com Malavota (1989) o estágio de desenvolvimento das plantas anuais determina a utilização de tratos culturais como adubação de cobertura, portanto o acompanhamento do desenvolvimento é fundamental para maximizar o rendimento da cultura.

Argenta et al. (2001) relata a variabilidade dos híbridos de milho quanto a recomendação de populações para maximizar a produtividade, destacando que com o avanço tecnológico as plantas foram sendo aprimoradas para suportar uma maior população e competição intraespecífica, com mudanças na arquitetura das plantas.

Usualmente as cultivares são classificadas quanto a duração do seu ciclo produtivo em super-precoce, precoce e tardios (SANGOI et al. 2002b). Essa classificação foi definida com base na exigência térmica para que a planta complete seu ciclo. De acordo com Fancelli e Dourado Neto (2000) a exigência em unidades térmicas é de 780 a 830 (Unidades Graus Dias) para cultivares super-precoce, 831 a 890 (UC) para cultivares precoce e 891 a 1200 (Unidades Graus Dias) para cultivares com ciclos tardios. Esse conhecimento é de extrema importância para o planejamento da cultura e verificar a adaptabilidade da cultivar ao ambiente onde pretende-se cultivá-la, pois fatores ambientais podem estar dessincronizados. Além disso, uma escolha adequada pode otimizar o aproveitamento da área, permitindo o plantio de duas safras no período primavera/verão.

Maia e Moraes (2015) elencam como fatores ambientais que podem causar quedas de produtividade o estresse hídrico, de irradiação, temperatura e umidade relativa do ar, no entanto ele ressalta que em algum grau as plantas possuem mecanismo de defesa contra essas perturbações, sendo que essa defesa está ligada a composição genética do material.

De acordo com Manfron et al. (2003) de um modo geral a parte aérea da planta de milho responde por aproximadamente 75% de toda a fitomassa produzida pela planta, sendo que fatores genéticos e ambientais estão ligados a essa divisão, destaca-se a importância da espiga que corresponde a aproximadamente 35% do toda massa produzida.

As plantas de milho assimilam carbono através de seus tecidos fotossintéticos na presença de luz (CZEDIK-EYSENBERG et al. 2016). Portanto uma maior área foliar das plantas aumenta diretamente a capacidade destas em produzir fotoassimilados. De acordo com Strieder et al. (2008) a radiação fotossinteticamente ativa interceptada depende do espaçamento, estágio fenológico, densidade de plantio, arquitetura foliar e sistema de manejo.

O milho tem como uma de suas características mais favoráveis a resposta positiva a pequenas mudanças de manejo, um exemplo disso é a pesquisa de Trachsel et al. (2015) que verificou um acréscimo de 21,8% na produtividade somente com um aumento de densidade de semeadura. Podemos observar que a evolução dos híbridos de milho ao longo do tempo teve como um dos seus objetivos o aumento da população de plantas por hectares (TOLLENAAR e BRUULSEMA, 1988; SANGOI et al. 2002a).

### **1.1.2 Ecossistema de Várzea**

A bacia amazônica é a maior bacia hidrográfica do mundo, abrange uma área estimada em 6,1 milhões de km<sup>2</sup>, a maior parte está inserida no Brasil, ocorrendo também entre os países da Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana, Peru e Venezuela (ANA, 2015)

Lima (1956) destaca em seu trabalho a longevidade da utilização da várzea de todo o rio Amazonas e seus afluentes, remontando ao ano de 1917 como um ano importante para essa ocupação, relacionando-a ao declínio da borracha e a necessidade de diversificação da produção, sendo o milho uma das espécies que foram largamente usadas nessas áreas juntamente com o arroz e a juta.

A utilização dessa área na região de Santarém pode ser recontada com certa precisão desde 1941, onde a ocupação foi acentuada pela migração de nordestinos para a região, cabe dar destaque ao fato de que o aproveitamento dessa região vem mantendo uma estabilidade e mesmo as grandes mudanças sociais e econômicas ocorridas na região não afetaram significativamente o modo de produção dos ribeirinhos, que consiste em fazer uso múltiplo da

área para pesca, pecuária e agricultura (SANTOS, 2004), onde na parte de cultivo o milho tem presença significativa (INCRA, 2015).

As águas barrenta do rio Amazonas são de suma importância para a sustentabilidade desse sistema pois trazem sedimentos oriundos dos Andes que são depositados no leito do rio durante esse processo de inundação e vazante, pois enriquecem esses solos com minerais e matéria orgânica (LIMA, 1956; JUNK et al. 1989; DANIEL et al. 2009). A matéria orgânica pode ser oriunda de diversas fontes como material orgânico terrígeno, macrofítico, solos, material orgânico transportado pelo rio e um componente fitoplanctônico (AMORIM et al. 2009).

### **1.1.3. Solos**

Os solos da região de várzea do rio Amazonas, especificamente nas proximidades do município de Santarém são classificados de acordo com o mapa de solos produzido pela Embrapa (2013) como Gleissolos Háplicos Ta Eutróficos + Gleissolos Háplicos Distróficos + Neossolos Flúvicos Ta eutróficos. Pelo DNPM (1976) os solos da área de várzea dessa região do entorno de Santarém são classificados como Solos Aluviais Eutróficos, solos com predominância de minerais primários de fácil decomposição, grande fonte de nutrientes para as plantas e com textura que varia de franco-arenosa a franco-siltosa.

A classificação desses solos se enquadra melhor na classe dos Neossolos Flúvicos Ta Eutróficos, haja vista a descrição da mesma pela Embrapa Solos:

Solos derivados de sedimentos aluviais e que apresentam caráter flúvico. Horizonte glei, ou horizontes de coloração pálida, variegada ou com mosqueados abundantes ou comuns de redução, se ocorrerem abaixo do horizonte A, devem estar a profundidade superior a 150 cm. (EMBRAPA, 2013, P. 181)

Os Neossolos Flúvicos são formados pela deposição de sedimentos aluviais, tendo como características o relevo aplainado ou deprimido e pouquíssima suscetibilidade a erosão, sendo que a particularidade de sofrer inundações pode ser benéfico ou limitante para sua utilização na agricultura (OLIVEIRA, 2011).

Pelo caráter eutrófico dos solos de várzea, estes apresentam qualidade química superior as outras classes de solos presentes na região, principalmente se comparado aos latossolos e argissolos que compõem as duas classes de solos de maior representatividade na região. Além disso há reposição anual de nutrientes efetuada pelo movimento das águas que em determinado período do ano alagam toda essa área (DANIEL et al. 2009) e também pelo material depositado

ao longo do percurso das mais variadas origens como macrófito e fitoplanctônico (AMORIM et al. 2009).

Esses solos são ricos em macro e micronutrientes essenciais para cultivo de lavouras, destacando-se o fósforo, cálcio, magnésio e potássio, uma exceção importante dentro dos macronutrientes é o nitrogênio que se apresenta em baixos níveis nessas áreas de várzea (DANIEL et al. 2009). Também foram observados níveis baixos de nitrogênio em áreas do baixo Solimões e médio Amazonas (LIMA et al. 2005).

No sistema de classificação de terras quanto a capacidade de uso, de acordo com o manual de obtenção de terras e perícias judiciais utilizado pelo INCRA, as áreas de várzeas devem ser classificadas como classe VIIIa, ou seja, imprestáveis para atividades agrosilvipastoris (INCRA, 2009). No entanto, essas terras podem ser classificadas por esse sistema como classes IV ou V, com restrições a implantação de culturas perenes e nível de manejo (LEPSCH et al. 1991).

#### **1.1.4. Vegetação**

O bioma Amazônia consiste de uma área aproximada de 4,2 milhões de km<sup>2</sup> (49,3% do território nacional). Tem como grande característica a presença de vegetação formada por famílias de dispersão pantropical, formado principalmente por florestas densas e abertas, mas há também outros tipos de fisionomias de vegetação, como florestas estacionais, florestas de igapó, campos alagados, várzeas, savanas, refúgios montanhosos, campinaranas e formações pioneiras (SFB, 2009; IBGE, 2012; IMAZOM, 2000).

Inicialmente é preciso destacar duas fisionomias de vegetação para este trabalho, pois segundo Gama et al. (2005) existe uma diferença significativa na vegetação e na diversidade florística entre a floresta de terra firme e floresta de várzea.

Com relação as florestas de terra firme, existe na região de Santarém duas fisionomias da floresta ombrófila densa, a sub montana e a de terras baixas, havendo grande semelhança nas espécies arbóreas presentes nas duas sub fisionomias e com a formação florestal apresentando fanerófitos com altura aproximadamente uniforme e um sub bosque relativamente limpo com indivíduos fanerófitos de alto porte, alguns ultrapassando até 50 metros de altura (DNPM, 1976; IBGE, 2012).

A Floresta Ombrófila Densa Aluvial é uma formação ribeirinha que ocorre ao longo dos cursos de água, ocupando os terraços antigos das planícies desses rios e constituída principalmente por macro, meso e microfanerófitas de rápido crescimento e em geral de casca lisa, tronco cônico em alguns indivíduos há uma aparência ovalada e raízes tubulares. Também

é frequente a presença de um dossel emergente uniforme (DNPM, 1976; IBGE, 2012), porém com a exploração madeireira essa característica muitas vezes desaparece e assim ficando uma fisionomia bastante aberta.

### **1.1.5 Luminosidade**

A radiação solar é um dos fatores determinantes para a produção de milho, a planta tem seu alto rendimento ligado diretamente a interceptação da radiação solar, pois aproximadamente 90 por cento da biomassa produzida provem da acumulação de CO<sub>2</sub> através da fotossíntese (CRUZ et al. 2006). Dessa forma existe diversos trabalhos de pesquisa voltados ao aprimoramento das plantas de milho quanto a interceptação da luz, incluindo os relacionados a populações de plantio e arranjo espacial (ARGENTA, et al. 2001; SANGOI, *et al.* 2002; SANGOI, *et al.* 2011) e até posicionamento de sementes no momento do plantio visando uma melhor distribuição das folhas (TORRES et al. 2016).

De acordo com Ottman e Welch (1989) a radiação fotossinteticamente ativa interceptada afeta diretamente a produtividade das plantas de milho.

O ciclo de cultivo do milho, sem uso de irrigação, na região de Santarém/PA vai de dezembro a maio, período do verão e outono no hemisfério sul, nessa estação ocorre um aumento da umidade relativa e da nebulosidade na região amazônica (QUADRO et al. 1996). A região de Santarém/PA recebe menor irradiação solar nos meses de novembro a maio, sendo que comparada ao período de maior intensidade luminosa, junho a outubro, a média mensal de radiação solar que atinge o solo diminui aproximadamente 30% (CRESESB, 2016).

Apesar de ter uma resposta produtiva ao aumento da luminosidade, o milho não apresenta resposta ao fotoperíodo, no entanto, reduções da ordem de 30% a 40% na intensidade luminosa pode ocasionar perdas de produtividade, mas a susceptibilidade das plantas de milho a esse estresse está ligada intrinsecamente a genética da planta (FANCELLI, 2015).

### **1.1.6. Análise quantitativa de crescimento**

A análise de crescimento é uma técnica que detalha a alocação e partição de todo processo de desenvolvimento da planta, em função dos estádios de desenvolvimento dessa plantas, sendo que esse crescimento é afetado por fatores ambientais. Segundo Cassia et al, (2012) que utilizaram a análise de crescimento com índice da área foliar (IAF), taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR) como indicadores da produtividade de cultivares de arroz de terras altas em casa de vegetação, Falqueato et al. (2009) e Concenço et al. (2011) em pesquisas realizadas com arroz em casa de vegetação, observaram respectivamente, que o crescimento da parte aérea está ligada de forma positiva com a

capacidade fotossintética da planta e que o aumento da produção de grãos está ligada com o aumento da parte aérea da planta. Já Demétrio et al. (2008) em experimento de campo realizado em Jaboticabal/SP, para avaliar o desempenho de híbridos de milho sob diferentes espaçamentos e densidades populacionais, não estabeleceram relação de produtividade com a altura de planta e diâmetro de colmo. Por meio de avaliações quantitativas de fitomassa armazenada pelos seus órgãos, como folhas, caules, flores e grãos, além da sua superfície foliar pode-se estabelecer interrelações entre essas partes das plantas e delas com outros processos fisiológicos.

A análise quantitativa de crescimento é baseada no desenvolvimento e acumulação de matéria seca pela planta, resultado da atividade fotossintética, na qual permite avaliar a contribuição dos diversos órgãos no seu desenvolvimento total (BENINCASA, 2004). Esse crescimento tende a ser acelerado no início do ciclo da cultura e por fim havendo um momento de estabilização do crescimento. No milho essa estabilização pode ser atribuída, dentre outros fatores, pelo aumento da área foliar que provoca sombreamento na folhas mais baixas e pela características da planta direcionar toda a sua energia para a espiga, fato esse observado por Argenta et al. (2001) em uma revisão literária a respeito de arranjo de plantas de milho, por Bianchi et al. (2007) avaliando a condição hídrica do milho sob dois sistemas de plantio em um experimento de campo e por Machado et al. (1982a, 1982b) em experimentos de campo, com milho e cana-de-açúcar, que verificaram a intensificação do desenvolvimento vegetativo no início do crescimento, no caso do milho até os 90 dias e da cana até os 300 dias, indicando um processo de crescimento que não é linear. Portanto, a análise de crescimento vegetal permite avaliar a evolução do processo de produção de biomassa, sua distribuição temporal entre os órgãos da planta, eficiência e a capacidade de ajustamento às condições ambientais que uma planta está sujeita no decorrer de seu desenvolvimento (LUCCHESI, 1984).

O desenvolvimento de uma espécie é o resultado da interação entre um vegetal e o ambiente sendo uma expressão dessa interação o crescimento dos órgãos da planta. Para avaliar essa característica as análises de taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de assimilação líquida (TAL), particionamento de massa, taxa de crescimento da cultura (TCC) e área foliar específica (AFE) são variáveis importantes que inclusive servem como parâmetros para verificar indiretamente outros processos fisiológicos, de acordo com Lacerda et al. (2010) as plantas de milho e feijão, em diferentes condições em diferentes condições de luminosidade, apresentaram diferenças significativas no desenvolvimento, onde as plantas que receberam 100% de luz tiveram maior desenvolvimento.

As folhas constituem o principal órgão responsável pelas trocas gasosas entre a planta e

o ambiente, na forma de vapor de água pela transpiração (TAIZ e ZEIGER, 2004). Dessa forma, determinar a área foliar (AF) representa uma das peças fundamentais na avaliação da interceptação da radiação solar, fotossíntese e conseqüentemente acúmulo de biomassa sendo a determinação da área foliar uma característica usada em análises de crescimento vegetal (MACHADO et al. 1982a; MAGALHÃES et al. 2002).

O desenvolvimento da área foliar pode ser afetado por diversos fatores inclusive o estresse hídrico que é uma condição prejudicial para as características morfológicas da planta. Segundo Medeiros et al. (2013), a falta de água proporcionou uma redução significativa dos teores de clorofila a e b, além de diminuir o acúmulo de carboidratos, prolina e proteínas, diminuindo assim o desenvolvimento das plantas de cana-de-açúcar como um todo e portanto das folhas também. No entanto, esses mecanismos fisiológicos podem ser adaptações que a planta faz para sobreviver em ambientes estressantes (SANGOI et al. 2012).

O método mais recomendável para esta pesquisa, para avaliar a área foliar, seria o descrito por Benincasa (2004) e também citado por Luccheso (1984) que utiliza medidas lineares referente à própria folha da planta (comprimento x largura), e os de contornos foliares impressos em papel depois passados no medidor de área foliar (Área - Meter) para se conhecer a área real ou através de equipamentos mais sofisticados como Automatic Area Meter ou Portable Area Meter.

A área foliar específica (AFE) é outro parâmetro que expressa a razão entre a superfície foliar e massa seca da folha (MSF). O AFE é um dos índices que pode indicar como ocorreu a interação da planta com o meio onde se desenvolve, assim conclui Gomide e Gomide (1999) em uma pesquisa realizada com três cultivares de *Panicum maximum*. A AFE está diretamente relacionada com o potencial da planta em realizar fotossíntese e conseqüentemente, ao potencial de crescimento da planta (LUCCHESI, 1984).

Segundo Briggs et al. (1920) a taxa de crescimento relativo (TCR) de um vegetal descreve de modo eficiente o seu crescimento, que é dependente do material que está sendo acumulado. A TCR relaciona a quantidade de matéria orgânica formada em relação ao peso inicialmente verificado, e que a TCR diminui conforme o crescimento da planta, isso resulta do sombreamento causado pelo aumento do IAF e AFE.

Portanto, o efeito que a TCR exerce na planta é maior durante o período de desenvolvimento da área foliar, quando alcança um IAF relativamente elevado, e a correlação entre TCR e a produtividade econômica, se reduz (LUCCHESI, 1984).

A taxa de crescimento absoluto (TCA), representa a variação do incremento da fitomassa vegetal ao longo de um período, estabelecendo um relação positiva entre a velocidade

de crescimento da planta e esse acúmulo de fitomassa durante o ciclo da cultura (BENINCASA, 2004). Portanto, o desenvolvimento de uma planta obedece a diferentes velocidades em razão as características ambientais e climáticas respondendo a fatores como a temperatura, a umidade e a fertilidade do solo (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Pesquisas desenvolvidas por Machado et al. (1982a); Lopes et al. (2009); Cássia et al. (2012) constata a importância da análise de crescimento na avaliação do desenvolvimento das culturas. As características avaliadas estão ligadas a condições do meio ambiente tais como a disponibilidade de luz, temperatura, umidade do ar, mas também assume papel preponderante a disponibilidade de nutrientes para planta.

### **1.1.7. Nutrição Mineral de Plantas**

As plantas superiores sintetizam compostos orgânicos a partir da água, CO<sub>2</sub> e nutrientes minerais para se obter um bom desenvolvimento, sendo o C, H e O provenientes do ar e da água, os outros elementos são retirados da solução do solo e divididos em macronutrientes e micronutrientes (TAIZ e ZEIGER, 2004). O teor dos nutrientes em uma planta varia e depende da idade da planta, da espécie, condições de suas folhas entre outros (FERRI, 1985).

Os nutrientes comumente conhecidos como macro e micronutrientes, são assim definidos pela sua quantidade, sendo que as plantas os absorvem em quantidades delimitadas com seu desenvolvimento. O nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) são os elementos considerados macronutrientes, por serem de grande importância e requeridos em maiores quantidades. Por outro lado, os requeridos em menores quantidade pela planta, são considerados micronutrientes o boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e o zinco (Zn) (MALAVOLTA et al. 2002).

Os macros e micronutrientes atendem a parâmetros de essencialidade aos quais nenhum elemento pode ser substituído por outro por mais parecido que seja, na ausência desse elemento a planta não completa seu ciclo e morre, e os nutrientes fazem parte de processos químicos ou estruturais nas plantas (TAIZ e ZEIGER, 2004)

Em condições ambientais normais, considera-se que a disponibilidade de nutrientes do solo seja um fator determinante para a produtividade das lavouras de milho, independente da finalidade. Esse fato não se deve apenas a baixa fertilidade do solo, mas também ao uso inadequado de calagem e adubações. A cultura do milho apresenta grandes diferenças no uso de fertilizantes entre as várias regiões do país como vemos nos experimentos realizados por Araújo et al. (2004); Da silva et al. (2005); Veloso et al. (2006); Farinelli e Lemos (2010, 2012) todos tendo como objetivo avaliar a produtividade do milho sob diferentes doses de nitrogênio

e também nos realizados por Manfron et al. (2003); Demétrio et al. (2008) que tiveram como objetivo avaliar a produtividade do milho em diferentes populações e espaçamentos partem de uma base de adubação N-P-K, destacando-se o nitrogênio que tem doses variando de 100 kg.ha<sup>-1</sup> a 280 kg.ha<sup>-1</sup>, o que reflete a recomendação de necessidade da cultura e as doses usualmente utilizadas na agricultura empresarial de larga escala.

O milho tem variações de exigências nutricionais e hídricas que dependem do estágio fenológico da plantas, por exemplo, no estágio V3, onde a planta praticamente determina seu potencial produtivo, com a definição de quantas fileiras e grãos terão a espiga, a deficiência de nitrogênio e fosforo pode ocasionar perdas irreparáveis na produtividade da cultura (MAGALHÃES et al. 2002).

O nitrogênio (N) está relacionado com os mais importantes processos fisiológicos da planta, constituinte de aminoácidos, amins, proteínas, ácidos nucleicos, nucleotídeos, coenzimas, hexoaminas. (TAIZ e ZEIGER, 2004).

O N é predominantemente absorvido pelas plantas na forma iônicas de nitrato NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. A absorção de nitrato se dá a partir do processo de desaminação de aminoácidos e hidrólise de proteínas realizada pós micro-organismos que efetuam essa mineralização, inicialmente o amônio NH<sub>4</sub><sup>+</sup> é oxidado por bactérias autotróficas que o transformam em nitrito NO<sub>2</sub><sup>-</sup> e depois em nitrato. Dentro da planta o NO<sub>3</sub><sup>-</sup> é reduzido a amônia NH<sub>3</sub><sup>-</sup> e então incorporado a moléculas orgânicas, redução do nitrato absorvido pelas plantas pode ocorrer nas raízes ou folhas (FERRI, 1985). O nitrogênio na planta se apresenta como um nutriente de muita mobilidade por todo o sistema da planta. Borges (2006) constata essa mobilidade em sua pesquisa sobre a marcha de absorção de nutrientes do milho ao verificar que a planta de milho em estágio reprodutivo diminui a quantidade de N por grama de matéria seca nas folhas mais velhas. Fancelli e Dourado Neto, (2000); Malavolta et al, (2002) também afirmam haver essa mobilidade do nitrogênio dentro da planta.

Além de estar envolvido em processos metabólicos como a produção de proteínas, o N também tem capacidade de alterar anatomicamente as plantas e influenciar a performance da planta a nível celular (MEDEIROS et al. 2011).

Para a produção de uma tonelada de grãos, de acordo com Van Raij et al. (1996) o milho necessita de 14 kg de N, 4 kg de fósforo e 5 kg de potássio. Borges (2006) observou valores maiores de nutrientes exportados para os grãos de milhos, segundo este, serão necessários valores de 22,3 a 27,7 kg de N, 21,3 a 23,2 kg de K, 5,3 a 5,8 kg de P, para a produção de uma tonelada de grãos. Sendo assim, o nitrogênio representa o nutriente mais exigido pela cultura

do milho. Malavolta et al. (2002) também descreve uma quantidade similar ao máximo de nitrogênio encontrado por Borges (2006) para a produção de uma tonelada de grãos de milho. Dada a importância do nitrogênio para a cultura do milho, tendo em vista ser o nutriente mais demandado pela cultura, determinar a eficiência da planta quanto a assimilação deste se torna fundamental para uma utilização mais racional do fertilizante nitrogenado, pois a perda do nitrogênio aplicado em cobertura no milho pode chegar a valores altos como 78% de nitrogênio aplicado na formulação de ureia (LARA CABEZAS, et al. 1997), sendo assim de grande importância saber a eficiência de genótipos de milho na assimilação e aproveitamento deste nutriente, tanto que uma das características para seleção e melhoramento seria essa capacidade de aproveitamento (GODOY et al. 2013). Em uma pesquisa sobre a volatilização de N-  $\text{NH}_3^-$  em decorrência da forma de aplicação de ureia, manejo de resíduos e tipo de solo, em laboratório, foi observado que em neossolo quartzarênico, a perda chegou a 80% do N aplicado, e em Nitossolo Vermelho a perda chega a 56% (SANGOI et al. 2003).

### **1.1.8. Cultivares estudadas**

#### **1.1.8.1. Variedade AL Bandeirante**

Foi lançado em 2001 pela CATI/SP a partir do cruzamento de cultivares de ciclo normal após diversas gerações de recombinação, seleção massal e seleção entre famílias de meio-irmãos, sendo resultado do melhoramento das variedades AL-25 e AL-34, amplamente utilizada em todo o Brasil por ser de domínio público. Com ciclo semi-precoce com exigência de 880 GDU até o florescimento, tendo altura média de planta de 2,30 m e altura de inserção da espiga a 1,25 m, grãos semi dentados, semi duros o que ajuda no armazenamento e boa resistência ao acamamento. Recomendado para solos de baixa a alta fertilidade, tendo como características principais a estabilidade e rusticidade (CATI, 2015).

#### **1.1.8.2 Híbrido duplo AG 1051**

Milho produzido pela empresa Agrocere, com ciclo semi-precoce com exigência de 950 GDU até o florescimento, tendo altura média de planta de 2,60 m e altura de inserção da espiga 1,60 m, boa resistência ao acamamento e quebramento, indicado para áreas de média a alta tecnologia, com tripla aptidão: produção de grãos, produção de silagem e milho verde (CRUZ et al. 2016).

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo Geral**

Caracterizar os aspectos fisiológicos das cultivares de milho AG 1051 e AL Bandeirante cultivadas em ecossistema de várzeas e estufa de cultivo.

## **1.2.2. Objetivos Específicos**

### **1.2.2.1. Experimento em ecossistema de várzea.**

Avaliar o crescimento em altura, a taxa de crescimento relativo e absoluto da altura e diâmetro de colmo, determinar área foliar específica e massa seca foliar, analisar a correlação entre as variáveis morfológicas e determinar o particionamento da biomassa da parte aérea das cultivares de milho estudadas

Quantificar a produtividade de milho sob os diferentes tratamentos.

### **1.2.2.2. Experimento em estufa de cultivo.**

Avaliar o crescimento em altura, a taxa de crescimento relativo e absoluto da altura e e colmo, determinar massa seca foliar, analisar a correlação morfológicas das cultivares e tratamentos, determinar o particionamento da biomassa da parte aérea e determinar a eficiência no uso do nitrogênio pelas cultivares sob os tratamentos utilizados.

## Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Região Hidrográfica Amazônica**. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/amazonica.aspx>>. Acesso em: 1 dez. 2015.

AMORIM, M. A.; MOREIRA-TURCQ, P. F.; TURCQ, B. J.; CORDEIRO, R. C. Origem e dinâmica da deposição dos sedimentos superficiais na Várzea do Lago Grande de Curuai, Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 1, p. 165–171, 2009.

ARAÚJO, L. A. N. De; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. Da. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 8, p. 771–777, 2004.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: Análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, v. 31, p. 1075–1084, 2001.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP, 2004.

BIANCHI, C.; BERGONCI, J.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.; HECKLER, B.; COMIRAN, F. Condutância da folha em milho cultivado em plantio direto e convencional em diferentes disponibilidades hídricas. **Ciência Rural**, v. 37, p. 315–322, 2007.

BLACKMAN, G. E.; BLACK, J. N. Physiological and Ecological Studies in the Analysis of Plant Environment: XII. The Role of the Light Factor in Limiting Growth. **Annals of Botany**, v. 23, n. 89, p. 131–145, 1959.

BORGES, I. D. **Marcha de absorção de nutrientes e acúmulo de matéria em cultivares de milho**. 2006. 115 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Programa de pós-graduação, UFLA, Lavras, 2006.

BRIGGS, G. E.; KIDD, F.; WEST, C. A quantitative analysis of plant growth: Part II. **Annals of Applied Biology**, v. 7, n. 2–3, p. 202–223, 1920.

CÁSSIA, R. De; ALVAREZ, F.; ALEXANDRE, C.; CRUSCIOL, C.; NASCENTE, A. S. Análise de crescimento e produtividade de cultivares de arroz de terras altas dos tipos tradicional, intermediário e moderno. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 2012, n. 4, p. 397–406, 2012.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Séries históricas de área semeada, produtividade e produção**. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=&Pagina\\_objcmsconteudos=3#A\\_objcmsconteudos](http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos)>. Acesso em: 1 dez. 2015.

CONCENÇO, G.; ASPIAZÚ, I.; GALON, L.; FERREIRA, E. A.; FREITAS, M. A. M.; FIALHO, C. M. T.; SCHWANKE, A. M. L.; FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A. Photosynthetic characteristics of hybrid and conventional rice plants as a function of plant competition. **Planta Daninha**, v. 29, n. 4, p. 803–809, 2011.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL - CATI. **Milho Al Bandeirante**. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/new/produtosservicos.php?ID=16>>. Acesso em: 4 set. 2015.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO BRITO - CRESESB. Disponível em: <[www.crescesb.cepel.br/index.php?section=sundata&](http://www.crescesb.cepel.br/index.php?section=sundata&)>. Acesso em: 24 nov. 2016.

CRUZ, J. C.; FILHO, I. a. P.; ALVARENGA, R. C.; NETO, M. M. G.; VIANA, J. H. M.; DE OLIVEIRA, M. F.; SANTANA, D. P. **Manejo da cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 12 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 87).

CRUZ, J. C.; FILHO, I. A. P.; QUEIROZ, L. R. **Milho - Cultivares para 2013/2014**. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/>>. Acesso em: 6 jan. 2016.

CRUZ, S. J. S. **Características morfofisiológicas de plantas e produtividade do milho**. 2013. 63 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

CZEDIK-EYSENBERG, A. B.; ARRIVAUULT, S.; LOHSE, M. A.; FEIL, R.; KROHN, N.; ENCKE, B.; NUNES-NESE, A.; FERNIE, A. R.; LUNN, J. E.; SULPICE, R.; STITT, M. The interplay between carbon availability and growth in different zones of the growing maize leaf. **Plant Physiology**, p. pp.00994.2016, 2016.

DA SILVA, EDSON CABRAL BUZETTI, S.; GUIMARAES, G. L.; LAZARINI, E.; DE SÁ, M. E. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre latossolo vermelho. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 29, n. 3, p. 353–362, 2005.

DANIEL, J.; FAJARDO, V.; AUGUSTO, L.; SOUZA, 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. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 4, p. 731–740, 2009.

DEMÉTRIO, C. S.; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J. O.; CAZETTA, D. A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 1691–1697, 2008.

DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO MINERAL - DNPM. **Projeto radam brasil: folha sa.21-santarém**. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia, 1976. v. 10

DOEBLEY, J. Evidence for Gene Molecular Zea Flow among Species into maize

through genetic engineering could to its wild relatives, the teosintes. **BioScience**, v. 40, n. 6, p. 443–448, 2012.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. In: SANTOS, HUMBERTO GONÇALVES (Ed.). **Rio de Janeiro: Embrapa Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. p. 306.

FALQUETO, A. R.; CASSOL, D.; DE MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; DE OLIVEIRA, A. C.; BACARIN, M. A. Crescimento e partição de assimilados em cultivares de arroz diferindo no potencial de produtividade de grãos. **Bragantia**, v. 68, n. 3, p. 563–571, 2009.

FANCELLI, A. L. Cultivo racional e sustentável requer maior conhecimento sobre planta do milho. **Visão Agrícola**, v. jul-dez, n. 13, p. 20–23, 2015.

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

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DO MILHO EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E MANEJOS DO SOLO. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 9, n. 2, p. 135–146, 2010.

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Nitrogênio em cobertura na cultura do milho em preparo convencional e plantio direto consolidados. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, p. 63–70, 2012.

FERRI, M. G. (ed.). **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1985. v. 1

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO - SFB. **Os Biomas e Suas Florestas**. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/os-biomas-e-suas-florestas?print=1&tmpl=component>>. Acesso em: 4 dez. 2015.

GAMA, J. R. V; DE SOUZA, a L.; MARTINS, S. V; DE SOUZA, D. R. Comparação entre florestas de várzea e de terra firme do Estado do Pará. **Arvore**, v. 29, n. 4, p. 607–616, 2005.

GODOY, C. L.; MIRANDA, G. V.; DELIMA, R. O.; SOUZA, L. V. De; CARLOS, J.; GALVÃO, C.; CRISTINA, I. Methods to classify maize cultivars in use efficiency and response to nitrogen. **Revista Ceres**, v. 60, n. 5, p. 699–705, 2013.

GOMIDE, C. A. D. M.; GOMIDE, J. A. Análise de crescimento de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 4, p. 675–680, 1999.

GUERRA, A. F.; RODRIGUES, G. C.; ROCHA, O. C.; EVANGELISTA, W. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento 100: necessidade hídrica no cultivo de feijão, trigo, milho e arroz sob irrigação no bioma cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003.

HODGSON, G. L. and G. E. B. An analysis of the influence of plant density on the

growth of *Vicia faba*. I. the influence of density or the pattern of development. **Journal of Experimental Biology**, v. 7, n. 23, p. 147–165, 1957.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA - IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA - IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/839>>. Acesso em: 2 jan. 2017.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONOMICO, SOCIAL E AMBIENTAL DO PARÁ - IDESP. **ESTATISTICA MUNICIPAL**. Belém: SEPOF, 2014.

INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA - IMAZON. **A Amazônia em números**. Disponível em: <<http://imazon.org.br/imprensa/a-amazonia-em-numeros/>>. Acesso em: 4 dez. 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA - INCRA. **Manual de Obtenção de Terras e Perícia Judicial**. Brasília, INCRA, 2009. 89 p.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Relatório inicial de execução de ATES**. Santarém, INCRA. 2015.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: International Large River Symposium, Canadá. **Anais...** Canadá: 1989.

LACERDA, C. F.; CARVALHO, C. M.; VIEIRA, M. R.; AMÉRICO, J. G.; NEVES, A. L. R.; RODRIGUES, C. F. Análise de crescimento de milho e feijão sob diferentes condições de sombreamento. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 4, n. 4, p. 18–24, 2010.

LARA CABEZAS, W. A. R.; KORNDORFER, G. H.; MOTTA, S. A. Volatilização de N-NH<sub>3</sub> na cultura de milho : II. Avaliação de fontes sólidas e fluidas em sistema de plantio direto e convencional. **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 21, n. 3, p. 489–496, 1997.

LEPSCH, I. F.; JR BELINAZZI, R.; BERTOLINI, D.; ESPINDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4. ed. Campinas: SBCS, 1991. 175 p.

LIMA, H. N.; MELLO, J. W. V. De; SCHAEFER, C. E. G. R.; KER, J. C. Dinâmica da mobilização de elementos em solos da Amazônia submetidos à inundação. **Acta Amazonica**, v. 35, n. 3, p. 317–330, 2005.

LIMA, R. R. A agricultura nas várzeas do estuário do amazônas. **Boletim Técnico Instituto Agrônômico do Norte**, v. 33, p. 1–159, 1956.

LOPES, J. P.; MACHADO, E. C.; DEUBER, R.; MACHADO, R. S. Análise de crescimento e trocas gasosas na cultura de milho em plantio direto e convencional. **Bragantia**,

v. 68, p. 839–848, 2009.

LUCCHESI, A. A. Utilização prática da análise de crescimento vegetal. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 41, n. 1, p. 181–201, 1984.

MACHADO, E. C.; LAGÔA, A. M. M. A. Trocas gasosas e condutância estomática em três espécies de gramíneas. **Bragantia**, v. 53, p. 141–149, 1994.

MACHADO, E. C.; PEREIRA, A. R.; FAHL, J. I.; ARRUDA, H. V. A. Z.; JOSÉ, W.; SILVA, D. A.; TEIXEIRA, J. P. F. Análise quantitativa de crescimento de quatro variedades de milho em três densidades. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, n. 6, p. 825–833, 1982a.

MACHADO, E. C.; PEREIRA, A. R.; FAHL, J. I.; VAZ, H. BIOMETRIC INDICES OF TWO SUGARCANE VARIETIES. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, n. 9, p. 1323–1329, 1982b.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 6 p. (Embrapa Milho e Sorgo, Circular Técnica, 22)

MAIA, G.; MORAES, A. De. Fatores de estresse no milho são diversos e exigem monitoramento constante. **Visão Agrícola**, v. jul-dez, n. 13, p. 30–34, 2015.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. **Adubos & adubações**. São Paulo: Nobel, 2002.

MALAVOTA, E. **Abc da adubação**. 5. ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1989.

MANFRON, A.; LUIS, S.; MEDEIROS, P.; ROMANO, M. R. Efeito Da População De Plantas E Do Espaçamento Sobre a Produtividade De Milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 3, p. 63–77, 2003.

MEDEIROS, D. B.; CIRÍACO, E.; SILVA, D.; JUREMA, R.; NOGUEIRA, M. C.; TEIXEIRA, M. M.; SILVEIRA BUCKERIDGE, M. Physiological limitations in two sugarcane varieties under water suppression and after recovering. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v. 25, n. 3, p. 213–222, 2013.

MEDEIROS, L. T.; CASTRO, E. M. De; REZENDE, A. V. De; LIMA, C. A. NITROGÊNIO E AS CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS E AGRONÔMICAS DE CULTIVARES DE *Brachiaria brizantha*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 3, p. 598–605, 2011.

MINISTERIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO - MDA. **Agricultura familiar no Brasil e o censo agropecuário 2006**. Disponível em <[www.mda.gov.br/sistema/publicacoes/censo-agropecuário-2006](http://www.mda.gov.br/sistema/publicacoes/censo-agropecuário-2006)>. Acesso em 21 jan. 2017.

OLIVEIRA, J. B. de. **Pedologia aplicada**. Piracicaba: Fealq, 2011.

OTTOMAN, M. J.; WELCH, L. F. Planting Patterns and Radiation Interception, Plant Nutrient Concentration, and Yield in Corn. **Agronomy Journal**, v. 2, n. 81, p. 167–174, 1989.

PAES, M. C. D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. Sete Lagos: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 6p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 75).

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; VIEIRA AZENHA, M.; BERGAMASCHINE, A. F.; MANO DE MELLO, L. M.; LIMA, R. C. Corn grain yield and dry mass of Brachiaria intercrops in the crop-livestock integration system. **Ciencia Rural**, v. 41, n. 5, p. 875–882, 2011.

QUADRO, M. F. L. de; MACHADO, L. H. R.; CALBETE, S.; BATISTA, N. N. M.; OLIVEIRA, G. S. de. Climatologia de Preipitação e Temperatura. **Revista Climanalise – Edição comemorativa de 10 anos**, p. 1–7, 1996.

RICARDO, J.; GONÇALVES, P.; ALVES, M.; NETO, G.; DIÓGENES, H. C. Desenvolvimento e produtividade de genótipos de milho sob diferentes manejos de solo em várzea amazônica. In: FERTBIO, 26, 2011, Maceió. **Anais...** Maceió: SBCS, 2011. p. 1-4.

SANGOI, L.; ERNANI, P. R.; LECH, V. A.; RAMPAZZO, C. Volatilização de N-NH<sub>3</sub> em decorrência da forma de aplicação de uréia, manejo de resíduos e tipo de solo, em laboratório. **Ciência Rural**, v. 33, n. 4, p. 687–692, 2003.

SANGOI, L.; GRACIETTI, M. A.; RAMPAZZO, C.; BIANCHETTI, P. Response of Brazilian maize hybrids from different eras to changes in plant density. **Field Crops Research**, v. 79, n. 1, p. 39–51, 2002a.

SANGOI, L.; LECH, V. A.; RAMPAZZO, C.; GRACIETTI, L. C. Acúmulo de matéria seca em híbridos de milho sob diferentes relações entre fonte e dreno. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 259–267, 2002b.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; REGIS, P.; VARGAS, V. P.; ZOLDAN, S. R. Perfilhamento como característica mitigadora dos prejuízos ocasionados ao milho pela desfolha do colmo principal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 11, p. 1605–1612, 2012.

SANGOI, L.; SCHWEITZER, C.; FERREIRA DA SILVA, P. R.; SCHMITT, A.; VARGAS, V. P.; TREZZI CASA, R.; ARRUDA DE SOUZA, C. Perfilhamento, área foliar e produtividade do milho sob diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 46, n. 6, p. 609–616, 2011.

SANTOS, F. C. T. da C. **Uso múltiplo dos recursos naturais da várzea por camponeses no baixo amazonas**. 2004. 170 p. Tese (Dooutorado Ciências Desenvolvimento Socioambiental) - Núcleo de Altos Estudos Amazônico, UFPA, Belém, 2004.

STRIEDER, M. L.; DA SILVA, P. R. F.; RAMBO, L.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; ENDRIGO, P. C.; JANDREY, D. B. Características de dossel e rendimento

de milho em diferentes espaçamentos e sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 43, n. 3, p. 309–317, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TOLLENAAR, M.; BRUULSEMA, T. W. Efficiency of maize dry matter production during periods of complete leaf area expansion. **Agronomy Journal**, v. 80, n. 4, p. 580–585, 1988.

TORRES, G. M.; KOLLER, A.; TAYLOR, R.; RAUN, W. R. SEED-ORIENTED PLANTING IMPROVES LIGHT INTERCEPTION, RADIATION USE EFFICIENCY AND GRAIN YIELD OF MAIZE (*Zea mays* L.). **Experimental Agriculture**, p. 1–16, 2016.

TRACHSEL, S.; SAN VICENTE, F. M.; SUAREZ, E. a.; RODRIGUEZ, C. S.; ATLIN, G. N. Effects of planting density and nitrogen fertilization level on grain yield and harvest index in seven modern tropical maize hybrids (*Zea mays* L.). **The Journal of Agricultural Science**, v. 5, n. 1974, p. 1–16, 2015.

VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendacoes da adubacao e calagem para o Estado de Sao Paulo**. Campinas: Instituto Agronomico, 1996.

VELOSO, M. E. da C.; DUARTE, S. N.; NETO, D. D.; MIRANDA, J. H.; SILVA, E. C. da; SOUSA, V. F. de. Doses de Nitrogênio na Cultura do Milho, em Solos de Várzea, Sob Sistema de Drenagem Subterrânea. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, n. 3, p. 382–394, 2006.

## **CAPÍTULO I**

### **Produtividade e desenvolvimento de cultivares de milho em região de várzea do rio Amazonas em Santarém/PA**

Valêncio Flores da CUNHA NETO

Patricia Chaves de OLIVEIRA

## **Produtividade e desenvolvimento de cultivares de milho em região de várzea do rio Amazonas em Santarém/PA.**

Yield and development of maize cultivars in the floodplain region of the Amazon River in Santarém / PA.

### RESUMO

A região de várzea em Santarém/PA é tradicionalmente ocupada por populações ribeirinhas que tem o milho como um dos principais cultivos. Este trabalho foi realizado na área do Projeto de Assentamento Agroextrativista Urucurituba, em Neossolo Flúvico eutrófico tendo como objetivo avaliar a produtividade de grãos e desenvolvimento da parte aérea das plantas. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, sendo os tratamentos as cultivares: variedade Bandeirante e híbrido duplo AG1051. A cultivar Bandeirante obteve a maior produtividade de massa seca de grãos, sendo 29,3% superior ao AG1051, massa seca de colmo e massa seca total também foram significativamente maiores, além de demonstrar uma correlação entre massa seca de colmo e massa seca de folhas ( $r = 0,65$ ) positiva, o que é desejável para produção de silagem. Conclui-se que a variedade Bandeirante é a mais adaptada para o cultivo nessa região para o sistema de cultivo das populações tradicionais.

Palavras-chave: Produção; Variedade; Híbrido, Amazônia.

### ABSTRACT

The floodplain region in Santarém/PA is traditionally occupied by riverine populations who have corn as one of the primary crops. This study was conducted in the area of the Agro-Extractive Settlement Project of Urucurituba which has a soil type Neossolo Flúvico Eutrophic and its aim is to evaluate the productivity of grain and development of aerial part of plants. It was used the randomized block design, being the treatments the cultivars: variety of Bandeirante and double hybrid AG1051. Cultivating Bandeirante obtained the higher productivity of dry mass grains, being 29.3% higher than the AG1051, dry mass of straw thatch and total amount of dry mass were also significantly higher, in addition to demonstrate a correlation between straw thatch dry mass and leaf dry mass ( $r = 0,65$ ) positive, what is desirable for silage production. It is concluded that the Bandeirante variety is the most adapted to cultivation in this region for the cultivation system of traditional populations.

Keywords: Production; Variety; Hybrid, Amazon.

### INTRODUÇÃO

A cultura do milho representa uma importante atividade econômica para o país, sobretudo possui um papel fundamental da agricultura familiar e tradicional nas regiões onde é utilizada baixa tecnologia em seu cultivo. Além da produção de grãos, o milho fornece subprodutos que são importantes para a sustentabilidade do cultivo como a produção de palhada muito útil em formas de cultivo mais sustentáveis como o plantio direto (LOPES et al. (2009).

Apesar de ser o segundo maior estado brasileiro em tamanho, o estado do Pará possui uma área de cultivo inferior a 2% de toda a área cultivada com milho no Brasil, e a região de Santarém cultivou somente 8.000 hectares na safra 2014/15, sendo que a

produtividade na região de Santarém esta consideravelmente abaixo da média nacional. Se comparada com a região centro-oeste, essa diferença se acentua (CONAB, 2015; IBGE, 2017).

A agricultura familiar nessa região sofre com grandes dificuldades como falta de infraestrutura para escoamento e principalmente de poucas opções quando se trata de insumos para agricultura, um exemplo é a dificuldade em adquirir sementes de milho, pois o comércio local disponibiliza quase que exclusivamente a variedade Bandeirantes para esses agricultores tradicionais, sendo as sementes híbridas, de maior valor agregado e maior resposta a tecnologia, acessíveis somente aos produtores de área maiores. De acordo com Galvão et al. (2014) nos últimos setenta anos a produtividade média do milho no país teve um salto superior a 400%, grande parte devido ao uso de cultivares mais produtivas e ao uso massivo de sementes híbridas pelos produtores, sendo assim o uso de sementes híbridas poderia contribuir de forma substancial para o aumento da produtividade na região. Por outro lado, a dificuldade em adquirir insumos abre a oportunidade de produzir alimentos com baixo impacto sobre o meio ambiente e sem uso de agrotóxicos ou fertilizantes químicos, sendo a produção de produtos orgânicos ou sem uso desses insumos, um nicho de mercado que pode ser explorado por esses agricultores.

A região de várzea do rio Amazonas é caracterizada principalmente pelo movimento das águas, que parte do ano submergem as áreas marginais e ilhas existentes no leito do rio, trazendo sedimentos que enriquecem de nutrientes esses solos. De acordo com Daniel et al, (2009), essas áreas são ocupadas por populações tradicionais que tem na base da sua sobrevivência a pesca e agricultura de baixa tecnologia, onde predomina a mão de obra familiar, trabalho braçal sem mecanização e baixo uso de insumos como fertilizantes e defensivos agrícolas.

As análises de crescimento são meios eficientes para avaliar o desenvolvimento das plantas e observar as mudanças nas características do crescimento destas em função do tempo, algo que não é possível só com os registros de produtividade (RODRIGUES et al. 1993; URCHIEI et al. 2000). O desenvolvimento das plantas de milho é influenciado por fatores que vão além dos genéticos, clima, solo, altitude, adubação e outros tratamentos culturais são componentes importantes para o desenvolvimento da cultura, mas também observar a interação das plantas em todos os aspectos com a ambiente é fundamental para obter melhor rendimento (FANCELLI e DOURADO NETO 2000).

O objetivo deste trabalho foi comparar o crescimento e produtividade do milho

híbrido AG1051 e da cultivar Bandeirantes na região de Santarém em um ecossistema de várzea.

#### MATERIAL E MÉTODOS.

O experimento foi realizado em Santarém/PA, em área localizada no Projeto Assentamento Agroextrativista Urucurituba com coordenadas centrais do experimento S 2° 15' 50.08" e W 54°44' 14.11", em uma área de 12x10 metros, com altitude de 9 metros em um Neossolo Flúvico com 4 anos em pousio que apresentava as seguintes características químicas: pH em H<sub>2</sub>O = 6,0; P – 226 mg.dm<sup>-3</sup>; K = 80 mg.dm<sup>-3</sup>; M.O. = 40 g.kg<sup>-1</sup>; Al = 0,1 cmolc.dm<sup>-3</sup>; Ca = 9,0 cmolc.dm<sup>-3</sup>; Mg = 2,7 cmolc.dm<sup>-3</sup>; H = 2,3 cmolc.dm<sup>-3</sup>; CTC = 12,08 cmolc.dm<sup>-3</sup>; V = 83,84% e características físicas: Areia = 345 g.kg<sup>-1</sup>; Silte = 515 g.kg<sup>-1</sup>; Argila Total = 140 g.kg<sup>-1</sup>. O clima, de acordo com a classificação climática de Köppen, (1948) é do tipo Ami.

No preparo da área foi realizado o revolvimento do solo com auxílio de enxada rotativa acoplada a um mini-tractor de 14 cv marca Zhengzhou a profundidade de 20 cm.

Os tratamentos constaram de dois genótipos de milho, a variedade Bandeirantes de ciclo precoce e o híbrido duplo AG 1051 de ciclo semi-precoce. A semeadura foi realizada em 12/04/16 com espaçamento de 0,80 m entre linhas, com 4 covas por metro linear. Foi utilizada uma semeadora manual tipo perna de grilo com regulagem para plantio de 3 sementes por vez em profundidade aproximada de 5 cm. Não foi utilizada adubação de plantio ou cobertura, reproduzindo a técnica utilizada pela população tradicional local. Em 28/04/2016, com as plantas em estágio V3 (terceira folha expandida), foi efetuado o desbaste deixando apenas uma planta por cova, ficando a população final de 50.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, nesse mesmo dia foi feita a capina manual da área.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com dois blocos, cada um constituído de 5 linhas de semeadura com comprimento de 10 metros, onde foram selecionadas ao acaso 10 plantas nas 3 linhas internadas de cada bloco, descartando assim as bordaduras.

No período de condução do experimento (Figura 1) o volume pluviométrico total foi de 545 mm, sendo acentuado nos 2 primeiros meses e menor no último mês enquanto que a temperatura média para o período foi de 26,81 °C. No último mês o uso de irrigação mostrou-se necessário e a área do experimento foi irrigada com uma lâmina de água de 20 mm a cada 3 dias através de mangueiras perfuradas modelo Santeno 2. Os dados pluviométricos foram coletados na área do experimento e de temperatura na

estação meteorológica instalada no município de Santarém/PA distante aproximadamente 26 km da área onde foi instalado o experimento.

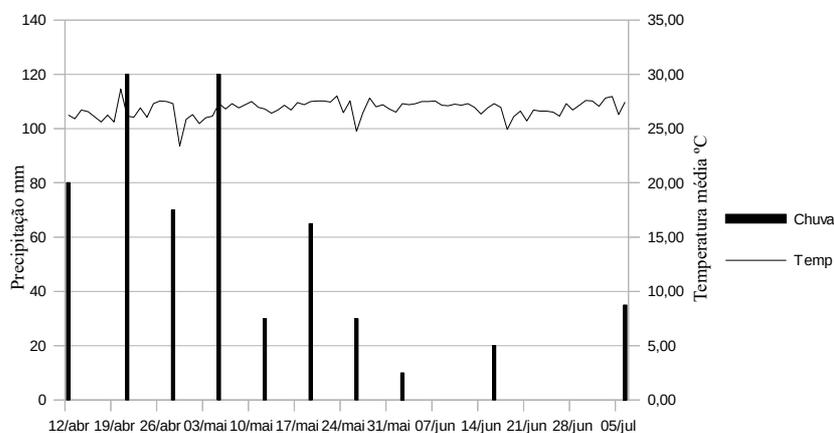


Figura 1. Dados de temperatura e precipitação no período de condução do experimento, estação meteorológica 8º BEC – Exército Brasileiro, Rod. Br 163 km 5.

Para a mediação do diâmetro do colmo foi utilizado um paquímetro universal analógico e para a altura de planta um trena graduada em milímetros.

As coletas foram realizadas semanalmente a partir de 05/05, iniciando com as plantas no estágio V5 (quinta folha expandida). O diâmetro do colmo foi medido a 5 cm do solo e para a altura de planta foi considerada a distância entre o solo e a bainha da última folha plenamente expandida.

Aos 65 dias após a semeadura, estágio de crescimento R2 (embonecamento) foram selecionadas 10 plantas de cada variedade e coletadas a folha imediatamente abaixo da espiga para determinação da área foliar específica. Segundo Sangoi et al. (2007), o ápice da planta em termos de desenvolvimento foliar ocorre logo após a antese.

A colheita da parte aérea da planta aconteceu aos 85 dias após a semeadura com as plantas no estágio R5 (grão farináceo), de acordo com Magalhães et al. (2002) nesse estágio a espiga encontra-se plenamente desenvolvida, cortando o colmo à distância de 2 cm do solo e posteriormente foram separadas as estruturas da planta em folhas, colmo e espiga. O material colhido foi seco em estufa de circulação forçada por 6 dias a temperatura de 65°C. Após a secagem as espigas foram despalhadas e debulhadas.

As variáveis estudadas foram altura de planta, diâmetro do colmo, massa seca de colmo, massa seca de folhas, massa seca de grãos, área foliar específica (AFE), taxa

de crescimento absoluta (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR) e índice de colheita (IC), usando a metodologia de (BENINCASA 2004). As análises foram realizadas no Laboratório de Estudo de Ecossistemas Amazônicos (LEEA), Campus Rondon da UFOPA em Santarém. Para determinação da área foliar específica foi utilizado um medidor de área foliar modelo LICOR LI-3100. Os dados foram submetidos a análise de variância, análise de regressão e correlação utilizando o programa Bioestat 5.4 (AYRES et al. 2007). Foi aplicado o teste de Tukey a 5% de significância.

#### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura máxima de plantas foi alcançada pela cultivar Bandeirante e AG 1051 aos 65 DAS (Figura2). A cultivar Bandeirante demonstrou maior precocidade, aos 58 DAS todas as plantas avaliadas já apresentava os estilos-estigmas visíveis fora da espiga, já o híbrido AG 1051 apresentava essa condição em apenas 40% das plantas. A curva de crescimento para a altura de planta de ambas as cultivares apresentaram o melhor ajuste pelo modelo geométrico, isso se deve aos valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) acima de 0,90, estes resultados estão de acordo com os obtidos por Amin (2011) e Noal et al. (2016).

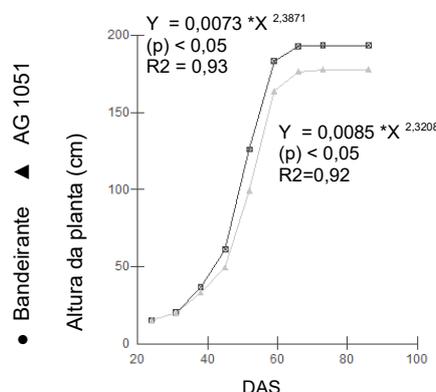


Figura 2. Altura de planta das cultivares Bandeirantes e AG 1051 cultivadas em ambiente de várzea do Rio Amazonas no PAE Urucurituba, Santarém-PA

Foi observado que o momento de alcance da altura máxima em ambas as cultivares ocorreu na fase de aparecimento dos estilos-estigmas para fora de espiga, este resultado está de acordo com Morello et al. (2002), que avaliando 160 populações de milho no estado do Tocantins, constatou que o crescimento máximo das plantas de milho ocorre neste estágio. Não houve diferença significativas para TCA e TCR em altura de plantas para as duas cultivares (Figura 3).

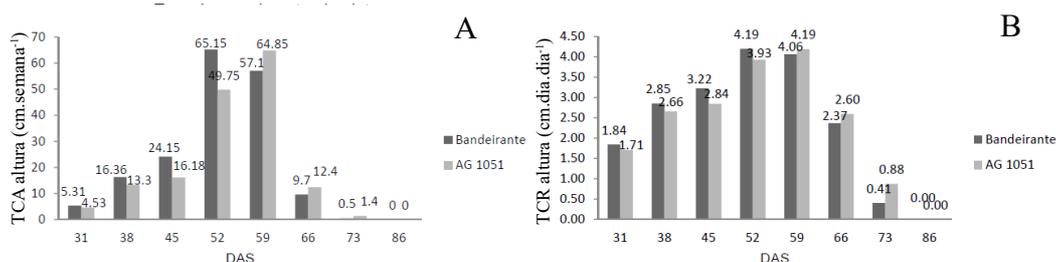


Figura 3. Taxa de crescimento absoluto A – e Taxa de crescimento relativo B para altura de planta das cultivares Bandeirantes e AG 1051 cultivadas em ambiente de várzea do Rio Amazonas no PAE Urucurituba, Santarém-PA

Cruz et al. (2007) obteve resultado diferente, constatando uma maior produção de massa verde do híbrido AG1051 em relação a variedade Bandeirante e Von Pinho et al. (2007) correlaciona a altura de plantas com a produção de massa verde total no milho. Cruz et al. (2008a) e Farinelli et al. (2003), comparando variedades e híbridos de milho, observaram maior altura de plantas para as variedades, no entanto, os valores obtidos por eles nas variedades e híbridos foram superiores aos constatados neste estudo. Ambas as cultivares tiveram padrão de crescimento em altura de forma geométrica, condizente com os resultados de Oliveira et al. (2013), que observou um acúmulo de massa pequeno no primeiro mês e um acúmulo linear no segundo e terceiro, decaindo a partir desse momento. Fancelli e Dourado Neto (2000) destacam que inicialmente o milho prioriza o desenvolvimento radicular para posteriormente aumentar a taxa de crescimento da parte aérea. Gomide e Gomide (1999) e Cássia et al. (2012), também observaram padrões de crescimento semelhante em *brachiaria* e arroz, indicando que seria uma característica das *poáceas*, um período após a emergência de crescimento aéreo mais lento e com o sistema radicular estabelecido acelerar a taxa de crescimento da parte aérea até a fase reprodutiva planta.

O diâmetro máximo do colmo foi atingido nas duas cultivares uma semana antes do pendoamento (Figura 4).

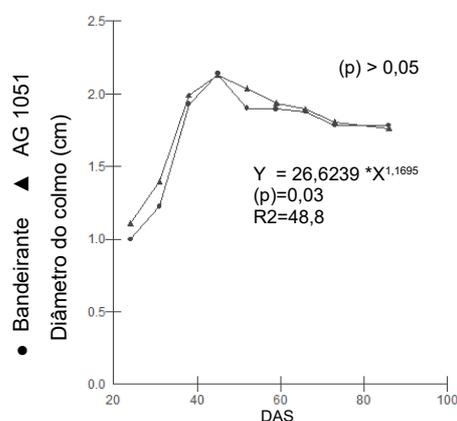


Figura 4. Diâmetro do colmo para as cultivares Bandeirantes e AG 1051 cultivadas em ambiente de várzea do Rio Amazonas no PAE Urucurituba, Santarém-PA

A cultivar bandeirantes apresentou um padrão de crescimento geométrico, já para o híbrido AG1051 não houve um padrão de crescimento estatisticamente significativo. Resultado semelhante obteve Cruz et al. (2008) que observou uma relação positiva entre a produtividade e diâmetro de colmo da variedade AL-34, e o contrário com híbrido AG9010, mas o híbrido obteve maior produtividade de grãos. De acordo com Sawazaki e Paterniani (2004) esse resultado resulta do fato da cultivar AG1051 ser um híbrido duplo, pois esses apresentam maior variabilidade fenotípica entre os híbridos de milho.

Para a TCA do colmo o híbrido AG1051 apresentou modelo linear e a variedade Bandeirante o modelo geométrico (Figura 5), tal diferença pode ser atribuída ao fator genótipo, um é híbrido e o outro uma variedade.

Galvão et al. (2014) relata que variedades de milho são selecionadas por características morfológicas que possam indicar plantas mais robustas de forma a serem mais resistentes ao acamamento e Marchão et al. (2006) argumenta que o aumento da área foliar do dossel das plantas de milho propicia maior absorção de radiação fotossinteticamente ativa, dessa forma, podemos inferir que o melhoramento genético busca plantas com maior área foliar.

Dessa forma, uma explicação para esse padrão de crescimento divergente das cultivares seria que o híbrido AG 1051, por seu melhoramento genético, prioriza o desenvolvimento de folhas para maior captação de luz e conversão desta em energia, já a variedade Bandeirante um maior diâmetro de colmo como forma de prevenir acamamento e acumular carboidratos.

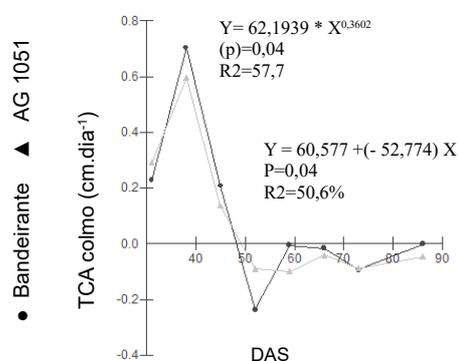


Figura 5. Taxa de crescimento absoluto do colmo para as cultivares Bandeirantes e AG 1051 cultivadas em ambiente de várzea do Rio Amazonas no PAE Urucurituba, Santarém-PA

O modelo geométrico foi o que melhor se ajustou ao parâmetro razão altura de

planta por diâmetro de colmo com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) superior a 0,89 para as duas cultivares (Figura 6), indicando assim que o ganho de massa seca do colmo está associado ao crescimento em altura.

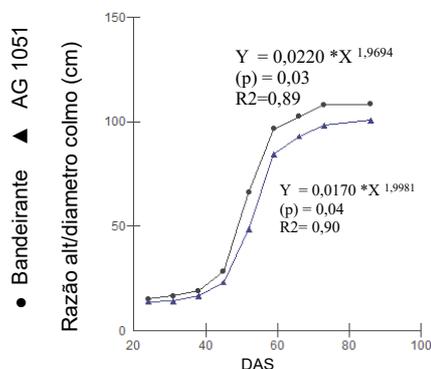


Figura 6. Razão altura/diâmetro do colmo para as cultivares Bandeirantes e AG 1051 cultivadas em ambiente de várzea do Rio Amazonas no PAE Urucurituba, Santarém-PA

Não houve diferença ( $p > 0,05$ ) para as variáveis massa seca de folha e AFE e IC. Já para as variáveis massa seca de colmo, massa seca total e massa de grãos a diferença foi significativa, sendo a variedade Bandeirante superior ao híbrido AG1051 nesses três parâmetros (Figura 7).

Esses dados divergem dos encontrados por Pereira et al. (2011) que descreve o híbrido AG 1051 como tendo alta relação folha/colmo e alta produção de matéria seca total. Manfron et al. (2003) em um experimento com 6 híbridos constatou o AG 1051 como o maior diâmetro e massa seca de colmo, já Bertolini et al. (2008) observou que a variedade Bandeirante não apresentou diferença no diâmetro do colmo quando submetida a três tipos de tratos culturais, atribuindo essa característica de colmo mais grosso a fatores genéticos da variedade.

O acúmulo de massa seca do colmo do híbrido pode ter sido afetado pela ausência de adubação nitrogenada, de acordo com Silva et al. (2005) o melhoramento genético das cultivares de milho busca por genótipos com maior capacidade de absorção desse nutriente, a deficiência de nitrogênio provoca diminuição no desenvolvimento da parte aérea (FRANÇA et al. 2011; SZULC et al. 2016).

Cultivares de milho híbrido necessitam de maiores quantidades de nitrogênio, sendo mais afetadas pela falta desse nutriente do que variedades (DE CARVALHO et al. 2012).

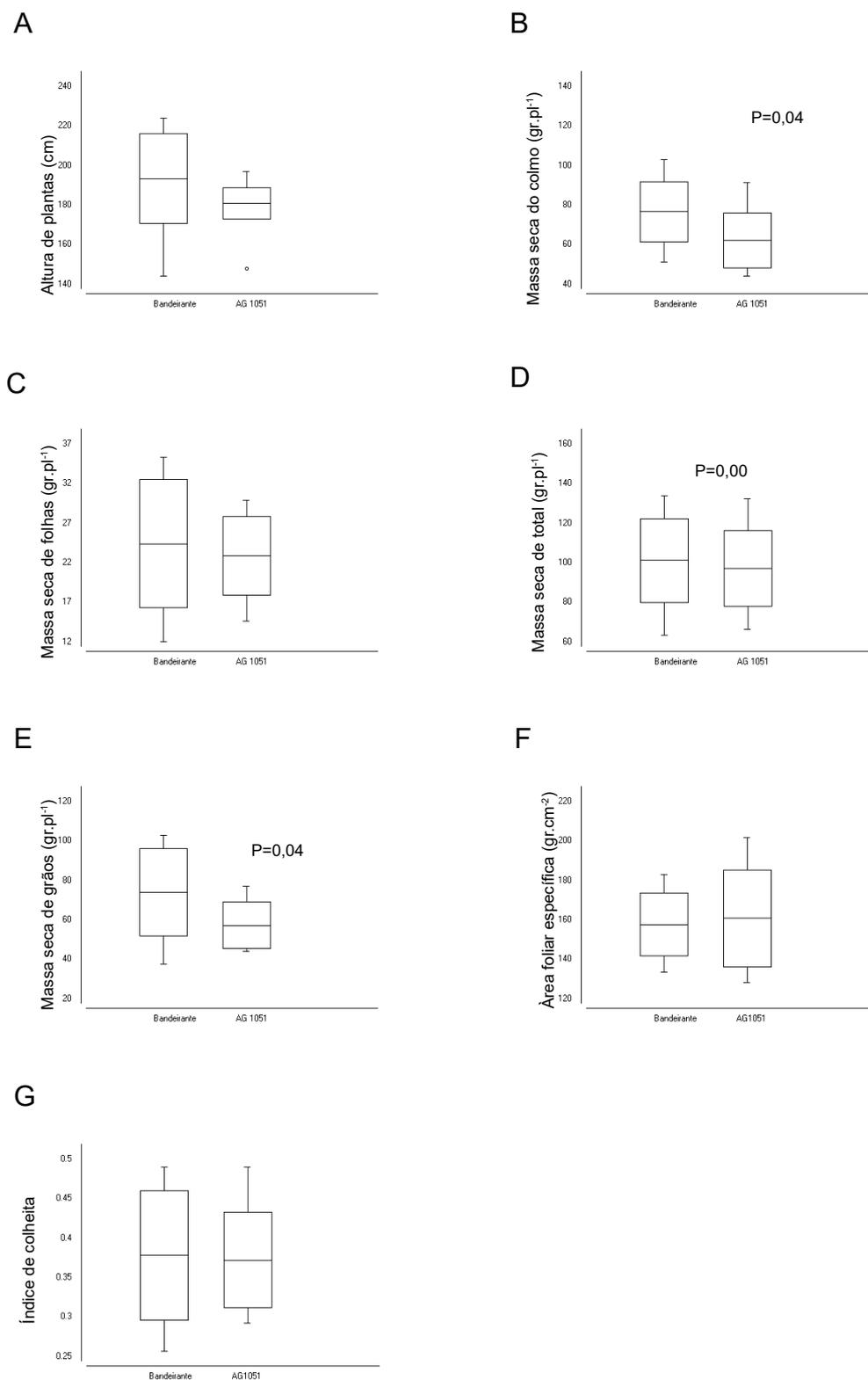


Figura 7. Gráficos Box-Plot para Análises de Variância para as variáveis avaliadas Altura de Planta (Alt) - **A**, Massa seca do colmo (Msc) - **B**, Massa seca de folha (Msf) - **C**, Massa seca total (Mst) - **D**, Massa seca de grãos (Msg) - **E**, área foliar específica (AFE) - **F** e Índice de Colheita (IC) – **G**, das cultivares Bandeirante e AG 1051 cultivadas em ambiente de várzea do rio Amazonas no PAE Urucurituba, Santarém-PA

Sangoi et al. (2001) relata que o fato da planta potencializar o armazenamento de carboidratos no colmo pode ser uma maneira de compensar uma menor área foliar e assim garantir a formação de espiga na falta de área foliar para produzir fotoassimilados.

Segundo Argenta et al. (2001), o melhoramento genético do milho objetiva plantas mais compactas, com melhor ângulo de inserção de folhas e mais eficiente no armazenamento e translocação de fotoassimilados visando a maior produtividade possível,

Varietades de milho são mais rústicas, se adaptando melhor a situações de carência de nitrogênio (SANDRI e TOFANELLI 2008).

Dessa forma, podemos atribuir os resultados obtidas nas análises de crescimento ao processo de melhoramento genético dos híbridos de milho, buscando plantas mais compactas com maior interceptação da radiação solar e a seleção das cultivares de milho objetivando plantas mais robustas e rústica.

A cultivar Bandeirantes foi superior nas variáveis massa seca de colmo (MSc), massa seca total (MSt) e massa seca de grãos (Msg) (Figura 7), estes resultados divergem dos obtidos por Cardoso et al. (2007) que de forma geral, observou que os híbridos têm produtividade de grãos superior as variedades e Reis et al. (2005) que não observou diferença significativa quanto a Mst e Msc entre a variedade Bandeirantes e outros 8 híbridos. A diferença na produção de grãos, da variedade sobre o híbrido, também pode ser explicada por características genéticas das cultivares e adaptação a condições ambientais como clima e fertilidade do solo (MORELLO et al. 2002).

Argenta et al. (2002) e Wei et al. (2016) observaram uma relação positiva entre os teores de nitrogênio na parte aérea do milho com a atividade fotossintética e Otie et al. (2016) constatou a relação positiva entre a adubação nitrogenada e área foliar das plantas de milho, portanto, a deficiência desse nutriente pode comprometer a capacidade produtiva da planta, situação que pode ter ocorrido com o híbrido.

Uma planta bem nutrida em N tem melhor desenvolvimento de área foliar e de sistema radicular, uma vez que o nutriente influencia diretamente a divisão e expansão celular e o processo fotossintético, podendo causa aumento de massa da planta (VARVEL et al. 1997).

Plantas com arquitetura de folhas mais eretas têm melhor interceptação da radiação solar (SANGOI et al. 2002), no entanto, fatores ambientais podem comprometer o crescimento da planta (SUNOJ et al. 2016).

De acordo com De Carvalho et al. (2012) e Sangoi et al. (2001, 2012) uma forte relação fonte/dreno entre colmo e espiga pode suprir o déficit de carboidratos e outros compostos causados por uma área foliar insuficiente para manter o processo de formação da espiga, já Falqueto et al. (2009) relata que plantas de arroz com menor área foliar e maior produção de massa seca total tem melhor eficiência fotossintética.

Didonet et al. (2001) conclui que a maior limitação para o rendimento de grãos é a fonte produtora de fotoassimilados, e não a capacidade dos grãos em acumulá-los. Magalhães e Jones (1990) afirmam que o rendimento e a qualidade de grãos são afetados pela disponibilidade de fotoassimilados e que os açúcares solúveis acumulados no colmo nem sempre são convertidos em carboidratos nos grãos caracterizando o colmo como uma estrutura auxiliar a folha no processo de enchimento de grão.

Cruz et al. (2008) comparando a variedade AL-34 e outros 6 híbridos, constatou que a variedade teve a menor resposta produtiva ao incremento das doses de nitrogênio.

Portanto, existem diversos fatores que podem ter influenciado o resultado deste experimento, o qual a cultivar Bandeirantes foi superior ao híbrido AG 1051 nos parâmetros: produção de massa seca de colmo, massa seca total e massa seca de grãos. Sendo necessários realizar novas pesquisas para determinar os fatores que afetaram as cultivares.

As variáveis que apresentaram correlação entre si podem ser observadas na Tabela 2. As cultivares Bandeirantes e AG 1051 apresentaram  $p < 0,02$  para a correlação entre a massa seca de grãos e índice de colheita, tendo o coeficiente de determinação  $R^2 = 0,70$  e  $0,48$  respectivamente. Para a correlação massa seca total e massa seca de grãos, somente a variedade Bandeirante apresentou resultado significativo  $p = 0,002$ , com coeficiente de determinação  $R^2 = 0,71$  e o híbrido AG1051 apresentou  $R^2=0,33$ .

Magalhães et al. (2009); Otie et al. (2016); Trachsel et al. (2015) também observaram a correlação entre MSg e IC, indicando que plantas com maior índice de colheita são mais eficientes na produção de grãos haja vista que necessitam acumular menos matéria seca em outras estruturas da planta para produzir grãos, no entanto, estes autores também constataram correlação entre MSt e IC em suas pesquisas. Esta correlação não foi constatada nesta pesquisa

O valor de  $r = 0,8433$  apresentado pela variedade bandeirante para a correlação entre massa seca total e massa seca de grãos, indica que a variedade tem um padrão mais regular na produção de massa seca do que o híbrido AG 1051, que apresentou  $r = 0,5784$ . Esse resultado está em desacordo com encontrado por Cruz (2013), que

avaliando o desenvolvimento de 26 híbridos de milho no estado de São Paulo, obteve o valor para  $r > 0,86$  para todas as cultivares avaliadas.

O híbrido AG 1051 apresentou correlação entre a massa seca de colmo e massa seca total ( $r = 0,83$ ) e para variedade Bandeirante o resultado não foi significativo, estes resultados estão de acordo com os observados por Paziani et al. (2009); Dos Santos et al. (2010). De acordo com Rosa et al. (2004) características fenotípicas das plantas de milho como a altura determinam a produção de massa seca total. No entanto, o híbrido não apresentou correlação significativa para massa seca de colmo e altura de planta, além disso, houve diferença para altura de planta entre as cultivares, indicando assim que o híbrido obteve colmos mais densos.

Para a correlação massa seca de colmo e massa seca de folhas a cultivar Bandeirante e o híbrido AG 1051 apresentaram  $r = 0,65$  e  $0,60$ , no entanto somente a variedade obteve resultado significativo  $p = 0,04$ , este resultado contrasta com o de Domingues et al. (2013) que avaliando 8 híbridos de milho para silagem obteve  $r = -0,77$  para relação massa de colmo e massa de folhas. Este resultado pode estar relacionado com o fato do híbrido ter uma alta relação folha/colmo, já que é também indicado para silagem e as folhas são mais desejáveis na silagem por serem mais digestíveis (CRUZ et al. 2005 e MIRANDA et al. 2002) e fatores ambientais e nutricionais também podem ter contribuído para este resultado, pois segundo Otie et al. (2016) há correlação positiva entre o aumento das doses de nitrogênio e produção massa seca de colmo, assim como uma melhor adaptação da cultivar ao ambiente, inclusive a altitude da zona de plantio, pode influenciar a produção destas (ESCOBAR et al. 2016; LOZANO-RAMÍREZ et al. 2015).

Portanto, além de ser mais produtiva em massa seca total e massa seca de grãos, a cultivar Bandeirantes demonstrou uma característica interessante para a produção de silagem, ou seja, correlação positiva entre a massa do colmo e massa de folhas.

Tabela 2. Matriz de Correlação Linear para as variáveis avaliadas massa seca do colmo (MSc), massa seca de folha (MSf), massa seca total (MSt), Altura de Planta (Alt), Massa seca de grãos (MSG), área foliar específica (AFE) e Índice de Colheita (IC) das cultivares Bandeirante e AG 1051 cultivadas em ambiente de várzea do rio Amazonas no PAE Urucurituba, Santarém-PA

Cultivares	Parâmetros	MSc e	MSc e	MSc e	MSc e	MSf e	MSt e	MSG e
		MSf	MSt	Alt	IC	IC	MSG	IC
Bandeirante	r (Pearson)	0.6533	0.4667	0.6762	-0.4420	-0.1316	0.8433	0.8376
	R <sup>2</sup>	0.4269	0.2178	0.4572	0.1953	0.0173	0.7111	0.7016
	(p)	0.0404*	0.1738 <sup>ns</sup>	0.0318*	0.2009 <sup>ns</sup>	0.7170 <sup>ns</sup>	0.0022*	0.0025*
AG 1051	r (Pearson)	0.6031	0.8337	0.3147	-0.6176	-0.6387	0.5784	0.6961
	R <sup>2</sup>	0.3637	0.6950	0.0990	0.3814	0.4080	0.3345	0.4845
	(p)	0.0649 <sup>ns</sup>	0.0027*	0.3758 <sup>ns</sup>	0.0570*	0.0468*	0.0798 <sup>ns</sup>	0.0253*

ns não significativo; \* resultado significativo a 5% para o teste de Tuckey.

## CONCLUSÃO

A cultivar Bandeirante demonstrou melhor adaptação para cultivo na região de várzea do rio Amazonas, sendo superior na produção de massa seca de colmo e dessa forma pode até ser utilizada para produção de silagem. A cultivar Bandeirantes apresentou maior massa de grãos por planta no ambiente de várzea do rio Amazonas e sob condições de manejo tecnológico baixo, portanto, sendo a mais indicada para esse ambiente e manejo tradicional.

## BIBLIOGRAFIA

- AMIN, M. E.-M. H. Effect of different nitrogen sources on growth, yield and quality of fodder maize (*Zea mays* L.). **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 10, n. 1, p. 17–23, 2011.
- ARGENTA, G.; FERREIRA DA SILVA, P. R.; MIELNICZUK, J.; BORTOLINI, C. G. Parâmetros de planta como indicadores do nível de nitrogênio na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 4, p. 519–527, 2002.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: Análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, v. 31, p. 1075–1084, 2001.
- AYRES, M.; JR., M. A.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. de A. S. BioEstat. 2007.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP, 2004.
- BERTOLINI, E. V.; GAMERO, C. A.; SALATA, A. da C.; PIFFER, C. R. Antecipação da adubação de semeadura do milho em dois sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 32, n. 1, p. 2355–2366, 2008.
- CARDOSO, M. J.; CARVALHO, H. W. L. de; RODRIGUES, A. R. S.; RODRIGUES, S. S. Corn cultivars performance with base in the phenotype stability analysis in the Brazilian Material e Métodos. **Agrotropica**, v. 19, p. 43–48, 2007.
- CÁSSIA, R. De; ALVAREZ, F.; ALEXANDRE, C.; CRUSCIOL, C.; NASCENTE, A. S. Análise de crescimento e produtividade de cultivares de arroz de terras altas dos tipos tradicional , intermediário e moderno. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 2012, n. 4, p. 397–406, 2012.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Séries históricas de área plantada, produtividade e produção**. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=&Pagina\\_objcmsconteudos=3#A\\_objcmsconteudos](http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos)>. Acesso em: 1 dez. 2015.
- CRUZ, J. C.; FILHO, I. A. P.; PEREIRA, F. T. F.; RAMON, C.; KONZEN, E. A. Produção orgânica de grãos e silagem de milho. **Revista Brasileira Agroecologia**, v. 2, n. 1, p. 1186–1189, 2007.
- CRUZ, J. C.; MONTEIRO, M. A. R.; LOUREIRO, J. E.; FILHO, I. A. P.; NOCA, M. A.; VIANA, A. C.; ALBERNAZ, W. M. Avaliação de Cultivares de Milho na Região de Sete Lagoas, MG. Sete Lagoas: Embrapa milho e sorgo, 2005. 6 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 65)
- CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; SANTOS, J. R.; ALBUQUERQUE, A. W.; PEREIRA, R. G. Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema plantio direto , no Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 14, p. 62–68, 2008.
- CRUZ, S. J. S. **Características morfofisiológicas de plantas e produtividade**

**do milho**. 2013. 63 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, 2013.

DANIEL, J.; FAJARDO, V.; AUGUSTO, L.; SOUZA, 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. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 4, p. 731–740, 2009.

DE CARVALHO, R. P.; VON PINHO, R. G.; DAVIDE, L. M. C. Eficiência de cultivares de milho na absorção e uso de nitrogênio em ambiente de casa de vegetação. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 6, p. 2125–2135, 2012.

DIDONET, A. D.; RODRIGUES, O.; MARIO, J. L.; IDE, F.; TISSOT, D. Crescimento e desenvolvimento de milho: Acúmulo de massa seca do grão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 447–456, 2001.

DOMINGUES, A. N.; ABREU, J. G. de; CANEPPELE, C.; REIS, R. H. P. dos; BEHLING NETO, A.; ALMEIDA, C. M. de. Agronomic characteristics of corn hybrids for silage production in the State of Mato Grosso, Brazil. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 35, n. 1, p. 7–12, 2013.

ESCOBAR, E. A. V.; SÁNCHEZ, J. E. V.; GARCÍA, D. B. Análisis de estabilidad y adaptabilidad de híbridos de maíz de alta calidad proteica en diferentes zonas agroecológicas de Colombia. **Acta Agronomica**, v. 65, n. 1, p. 72–79, 2016.

FALQUETO, A. R.; CASSOL, D.; DE MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; DE OLIVEIRA, A. C.; BACARIN, M. A. Crescimento e partição de assimilados em cultivares de arroz diferindo no potencial de produtividade de grãos. **Bragantia**, v. 68, n. 3, p. 563–571, 2009.

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

FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; FILLHO, D. F.; COICEV, L.; BORDIN, L. Comportamento de cultivares de milho semeadas em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais, na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 2, p. 52–60, 2003.

FRANÇA, S.; MIELNICZUK, J.; ROSA, L. M. G.; BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J. I. Nitrogênio disponível ao milho: Crescimento, absorção e rendimento de grãos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 11, p. 1143–1151, 2011.

GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; TROGELLO, E.; FRITSCHÉ-NETO, R. Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. **Revista Ceres**, v. 61, p. 819–828, 2014.

GOMIDE, C. A. D. M.; GOMIDE, J. A. Análise de crescimento de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 4, p. 675–680, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática SIDRA**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/839>>. Acesso em: 2 jan. 2017

LOPES, J. P.; MACHADO, E. C.; DEUBER, R.; MACHADO, R. S. Análise de crescimento e trocas gasosas na cultura de milho em plantio direto e convencional. **Bragantia**, v. 68, p. 839–848, 2009.

LOZANO-RAMÍREZ, Á.; SANTACRUZ-VARELA, A.; SAN-VICENTE-GARCÍA, F.; CROSSA, J.; BURGUEÑO, J.; MOLINA-GALÁN, J. D. Modelación de la interacción genotipo x ambiente en rendimiento de híbridos de maíz blanco en ambientes múltiples. **Revista Fitotecnia Mexicana**, v. 38, n. 4, p. 337–347, 2015.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E.

Fisiologia do milho. Sete Lagoas: Embrapa milho e sorgo, 2002. 23 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 22)

MAGALHÃES, P. C.; JONES, R. Aumento de fotoassimilados sobre os teores de carboidratos e nitrogênio em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 12, p. 1755–1761, 1990.

MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C. de; ALBUQUERQUE, P. E. P. de; KARAM, D.; MAGALHÃES, M. M.; CANTÃO, F. R. de O. Caracterização ecofisiológica de linhagens de milho submetidas a baixa disponibilidade hídrica durante o florescimento. **Revista Brasileira de Miho e Sorgo**, v. 8, n. 3, p. 223–232, 2009.

MANFRON, A.; LUIS, S.; MEDEIROS, P.; ROMANO, M. R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 3, p. 63–77, 2003.

MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E. M.; XIMENES, P. A. Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e rendimento de grãos do milho adensado. **Revista Brasileira de Miho e Sorgo**, v. 5, n. 2, p. 170–181, 2006.

MIRANDA, J. E. C. de; RESENDE, H.; VALENTE, J. de O. Ensilagem do milho e do sorgo. Juiz de Fora: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 4 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 28).

MORELLO, C. D. L.; PELUZIO, J. M.; COÊLHO, R. M. S.; SANTOS, M. X. Performance de populações de milho (*Zea mays* L.) em terras altas no estado do Tocantins, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 32, n. 1, p. 21–32, 2002.

NOAL, G.; REJANE, L.; REINIGER, S. Modelo logístico de crescimento de cultivares crioulas de milho e de progênies de meios-irmãos maternos em função da soma térmica. **Ciencia Rural**, v. 46, n. 1, p. 36–43, 2016.

OLIVEIRA, P. de; NASCENTE, A. S.; KLUTHCOUSKI, J.; PORTES, T. de A. Crescimento e produtividade de milho em função da cultura antecessora. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 2013, n. 3, p. 239–246, 2013.

OTIE, V.; PING, A.; JOHN, N. M.; ENEJI, A. E. Interactive effects of plant growth regulators and nitrogen on corn growth and nitrogen use efficiency. **Journal of Plant Nutrition**, v. 4167, n. June, p. 00–00, 2016.

PAZIANI, S. D. F.; DUARTE, A. P.; NUSSIO, L. G.; BOLLER, P.; MARIS, C.; BITTAR, M.; ZOPOLLATTO, M.; RECO, P. C. Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revsita Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 411–417, 2009.

PEREIRA, J. L. de A. R.; PINHO, R. G. Von; FILHO, A. X. de S.; SANTOS, A. de O.; FONSECA, R. G. Avaliação de componentes estruturais da planta de híbridos de milho colhidos em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Miho e Sorgo**, v. 10, n. 1, p. 47–55, 2011.

REIS, R. A.; MOREIRA, A. L.; SIMILLI, F. F.; NUSSIO, L. G. Características morfológicas e Químicas de Híbridos de Milho (*Zea mays* L.) Cultivados na Safrinha. **Revista Ceres**, v. 52, n. 304, p. 887–902, 2005.

RODRIGUES, J. D.; RODRIGUES, S. D.; PEDRAS, J. F.; DELACHIAVE, M. E. A.; BOARO, C. S. F.; ONO, E. O. Diferentes níveis de cálcio e o desenvolvimento de plantas de estilosantes (*Stylosanthes guyanensis* (Aubl.) Sw. cv “Cook”). **Scientia Agricola**, v. 50, n. 2, p. 166–175, set. 1993.

ROSA, J. R. P.; SILVA, José H. S. da; RESTLE, J.; PASCOAL, leonir L.; BRONDANI, I. L.; FILHO, D. C. A.; FREITAS, A. K. de. Avaliação do comportamento agrônômico da planta e valor nutritivo da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zea Mays*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 302–312, 2004.

SANDRI, C. A.; TOFANELLI, M. B. D. Comunicação científica milho crioulo:

uma alternativa para rentabilidade no campo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 1, p. 59–61, 2008.

SANGOI, L.; GRACIETTI, M. A.; RAMPAZZO, C.; BIANCHETTI, P. Response of Brazilian maize hybrids from different eras to changes in plant density. **Field Crops Research**, v. 79, n. 1, p. 39–51, 2002.

SANGOI, L.; LUIZ DE ALMEIDA, M.; ADILSON LECH, V.; LUIZ, ; GRACIETTI, C.; RAMPAZZO, C. Desempenho de híbridos de milho com ciclos contrastantes em função da desfolha e da população de plantas. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 2, p. 271–276, 2001.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; REGIS, P.; VARGAS, V. P.; ZOLDAN, S. R. Perfilhamento como característica mitigadora dos prejuízos ocasionados ao milho pela desfolha do colmo principal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 11, p. 1605–1612, 2012.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; ZANIN, C. G. Área foliar e rendimento de grãos de híbridos de milho em diferentes populações de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 6, n. 2007, p. 263–271, 2007.

SANTOS, R. D. dos; PEREIRA, L. G. R.; NEVES, A. L. A.; AZEVÊDO, J. A. G.; DE MORAES, S. A.; COSTA, C. T. F. Características agronômicas de variedades de milho para produção de silagem. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v. 32, n. 4, p. 367–373, 2010.

SAWAZAKI, E.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z. Evolução dos cultivares de milho no Brasil. In: GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. **Tecnologias de produção do milho**. 20.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, v.1, 2004. p.13-53

SILVA, P. R. F. da; STRIEDER, M. L.; COSER, R. P. da S.; RAMBO, L.; SANGOI, L.; ARGENTA, G.; FORSTHOFER, E. L.; SILVA, A. A. da. Grain yield and kernel crude protein content increases of maize hybrids with late nitrogen side-dressing. **Scientia Agricola**, v. 62, n. 5, p. 487–492, 2005.

SUNOJ, V. S. J.; SHROYER, K. J.; JAGADISH, S. V. K.; PRASAD, P. V. V. Diurnal temperature amplitude alters physiological and growth response of maize (*Zea mays* L.) during the vegetative stage. **Environmental and Experimental Botany**, v. 130, p. 113–121, 2016.

SZULC, P.; WALIGÓRA, H.; MICHALSKI, T.; RYBUS-ZAJĄC, M.; OLEJARSKI, P. Efficiency of nitrogen fertilization based on the fertilizer application method and type of maize cultivar (*Zea mays* L.). **Plant, Soil and Environment**, v. 62, n. 3, p. 135–142, 2016.

TRACHSEL, S.; SAN VICENTE, F. M.; SUAREZ, E. a.; RODRIGUEZ, C. S.; ATLIN, G. N. Effects of planting density and nitrogen fertilization level on grain yield and harvest index in seven modern tropical maize hybrids (*Zea mays* L.). **The Journal of Agricultural Science**, v. 5, n. 1974, p. 1–16, 2015.

URCHEI, M. A.; RODRIGUES, J. D.; STONE, L. F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 497–506, 2000.

VARVEL, G. E.; SCHEPERS, J. S.; FRANCIS, D. D. Ability for In-Season Correction of Nitrogen Deficiency in Corn Using Chlorophyll Meters. **Soil Science American Journal**, v. 61, p. 1233–1239, 1997.

VON PINHO, R. G.; DE VASCONCELOS, R. C.; BORGES, I. D.; DE RESENDE, A. V. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. **Bragantia**, v. 66, n. 2, p. 234–245, 2007.

WEI, S.; WANG, X.; SHI, D.; LI, Y.; ZHANG, J.; LIU, P.; ZHAO, B.; DONG, S. The mechanisms of low nitrogen induced weakened photosynthesis in summer maize

(*Zea mays* L.) under field conditions. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 105, p. 118–128, 2016.

## **CAPÍTULO II**

**Desenvolvimento de milho sob duas condições de luminosidade em baixas doses de nitrogênio.**

Valêncio Flores da CUNHA NETO  
Patricia Chaves de OLIVEIRA

## DESENVOLVIMENTO DE CULTIVARES DE MILHO SOB DUAS CONDIÇÕES DE LUMINOSIDADE EM BAIXAS DOSES DE NITROGÊNIO.

Development of maize cultivars under two conditions of low luminosity at low doses of nitrogen.

### RESUMO

O milho é uma das culturas mais expressivas na agricultura familiar na região norte do Brasil. A região amazônica caracteriza-se por ter redução da radiação solar nos meses que compreendem o período chuvoso. O presente trabalho foi desenvolvido no município de Santarém objetivando comparar o desenvolvimento do milho híbrido AG 1051 com a variedade Bandeirante em duas condições de luminosidade, 100% e 50% de luz e sob três doses de nitrogênio, 0 g.pl<sup>-1</sup>; 0,46 g.pl<sup>-1</sup>; 0,92 g.pl<sup>-1</sup>, avaliando o desenvolvimento da parte aérea das plantas. As cultivares apresentaram padrão de crescimento geométrico para altura de planta e diâmetro de colmo em todos os tratamentos. A luminosidade de 50% afetou negativamente o acúmulo de massa seca da parte aérea. Houve interação entre as doses de nitrogênio e cultivares para o parâmetro teor de nitrogênio na folha e a análise multivariada demonstrou não haver diferenças entre as cultivares na dose 0 de nitrogênio.

Palavras-Chave: Luz; crescimento; híbrido; variedade.

### ABSTRACT

Corn is one of the most expressive crops in family agriculture in the northern region of Brazil. The Amazon region is characterized by a reduction of solar radiation in the months that comprise the rainy season. The objective of this study was to compare the development of hybrid corn AG 1051 with the Bandeirante variety in two light conditions, 100% and 50% light and under three nitrogen doses, 0 g.pl<sup>-1</sup>; 0,46 g.pl<sup>-1</sup>; 0,92 g.pl<sup>-1</sup>, evaluating the development of the aerial part of the plants. The cultivars showed a geometric growth pattern for plant height and stem diameter in all treatments. The luminosity of 50% negatively affected the accumulation of dry mass of the aerial part. There was interaction between the nitrogen and cultivar doses for the nitrogen content parameter in the leaf and the multivariate analysis showed no differences among the cultivars at dose 0 of nitrogen.

Keywords: Light; growth; hybrid; variety.

### INTRODUÇÃO

A cultura do milho representa uma importante atividade econômica para o país, sobretudo possui um papel fundamental da agricultura familiar e tradicional nas regiões onde é utilizada baixa tecnologia em seu cultivo. Além da produção de grãos, o milho fornece subprodutos que são importantes para a sustentabilidade do cultivo como a produção de palhada muito útil em formas de cultivo mais sustentáveis como o plantio direto (Lopes et al. 2009).

Apesar de ser o segundo maior estado brasileiro em tamanho, o estado do Pará possui uma área de cultivo inferior a 2% de toda a área cultivada com milho no Brasil, e a região de Santarém cultivou somente 8.000 hectares na safra 2014/15, sendo que a produtividade na

região de Santarém esta consideravelmente abaixo da média nacional, se comparada com a região centro-oeste, essa diferença se acentua (CONAB, 2015; IBGE, 2016)

O método tradicional usado pelos agricultores familiares na região não inclui o plantio de sementes híbridas nem aplicação de adubação de plantio ou de cobertura a base de nitrogênio, apesar de ser amplamente difundida dentro da tecnologia atual para produção deste cereal. De acordo com (Galvão et al. 2014) nos últimos setenta anos a produtividade média do milho no país teve um salto superior a 400%, grande parte devido ao uso de cultivares mais produtivas, uso massivo de sementes híbridas e fertilização suplementar pelos produtores.

A região de Santarém/PA tem menor irradiação solar nos meses de novembro a maio (CRESESB, 2016), período que coincide com o cultivo do milho na região. A estação chuvosa na região norte do Brasil coincide com o verão e outono no hemisfério sul, tal fato ocasiona um aumento da umidade relativa e da nebulosidade e por consequência não são registradas temperaturas máximas diárias excessivas durante o ano (QUADRO et al. 1996).

O desenvolvimento do milho está intrinsecamente ligado ao ambiente onde a planta se desenvolve e fatores como temperatura e luminosidade são determinantes para o seu crescimento. O milho não apresenta ponto de saturação luminosa, e observa-se uma correlação linear entre a irradiância total e fixação de CO<sub>2</sub> (SALISBURY e ROSS, 1992).

As análises de crescimento são meios eficientes para avaliar o desenvolvimento das plantas e observar as mudanças nas características do crescimento destas em função do tempo, algo que não é possível só com os registros de produtividade (Rodrigues et al. 1993; Urchei et al. 2000). O desenvolvimento das plantas de milho é influenciado por fatores que vão além dos genéticos dentre eles clima, solo, altitude, adubação e outros tratamentos culturais que interferem no desenvolvimento da cultura, observar a interação das plantas em todos os aspectos com o ambiente é fundamental para obter melhor rendimento (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000).

O objetivo deste trabalho foi comparar o crescimento da parte aérea do milho híbrido AG1051 e do cultivar Bandeirantes na região de Santarém sob diferentes condições de luminosidade e doses de nitrogênio.

#### MATERIAL E MÉTODOS.

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Oeste do Pará- UFOPA, localizada na comunidade de Curupira as margens da Rodovia Santarém - Curuá-Una, Km 37, com as seguintes coordenadas geográficas S 2° 41' 15.6" e W 54° 32' 16.9" e altitude de 70m, no município de Santarém/PA em uma estufa de cultivo medindo 7x50 m com pé-direito de 4 metros. O clima da região está classificado no sistema Köppen (1948) como

Ami, o qual pertence ao clima tropical, com características de clima quente e úmido apresentando temperaturas médias que oscilam entre a mínima de 25°C e máxima de 31°C e umidade relativa do ar em torno de 86%, com dois períodos distintos um seco e o outro chuvoso.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizados, em esquema fatorial 2x2x3, correspondendo a duas cultivares de milho: A = híbrido duplo AG 1051 e B = variedade AL Bandeirante, em dois níveis de luminosidade: L = 100% luz e S = 50% de luz sendo as plantas submetidas a três doses de nitrogênio (0 = 0 g.planta<sup>-1</sup>, 1 = 0,46 g.planta<sup>-1</sup> e 2 = 0,92 g.planta<sup>-1</sup>) com quatro repetições.

As unidades experimentais foram compostas de vasos de 14,5 dm<sup>3</sup> de volume, preenchidos com substrato adquirido no comércio local. As amostras foram enviadas para análise e apresentaram as seguintes características químicas: pH em H<sub>2</sub>O = 6,9; P = 1152 mg.dm<sup>-3</sup>; K = 270 mg.dm<sup>-3</sup>; M.O. = 238,9 g.kg<sup>-1</sup>; Al = 0,1 cmolc.dm<sup>-3</sup>; Ca = 4,1 cmolc.dm<sup>-3</sup>; Mg = 4,0 cmolc.dm<sup>-3</sup>; H = 0,1 cmolc.dm<sup>-3</sup>; CTC = 9,61 cmolc.dm<sup>-3</sup>; V = 71,45% e características físicas: Areia = 243 g.kg<sup>-1</sup>; Silte = 577 g.kg<sup>-1</sup>; Argila Total = 180 g.kg<sup>-1</sup>. A metodologia utilizada para análise foi descrita por (Embrapa, 1997)

Dadas as características químicas do substrato não foi utilizada adubação no plantio. Os vasos foram irrigados diariamente mantendo-se a umidade próxima a capacidade campo.

A semeadura foi realizada em 14/06/2016 depositando-se cinco grãos em cada vaso a uma profundidade de 3 cm. Em 28/06/06 no estágio de V2 (duas folhas expandidas) foi realizado o desbaste deixando somente a planta mais desenvolvida de cada vaso. Em 08/07/16 no estágio V4 (quatro folhas expandidas) foi efetuada a adubação de cobertura com ureia agrícola.

No período de condução do experimento (Figura 1) a temperatura média para o período foi de 26,50 °C. Observa-se que houve um pequeno aumento da temperatura média na metade final do experimento, mas os dados estão de acordo com a média histórica para esse período conforme (SILVA et al. 2011). Os dados meteorológicos foram coletados a partir da estação instalada no município de Santarém/PA nas dependências do 8º Batalhão de Engenharia e Construção do Exército Brasileiro.

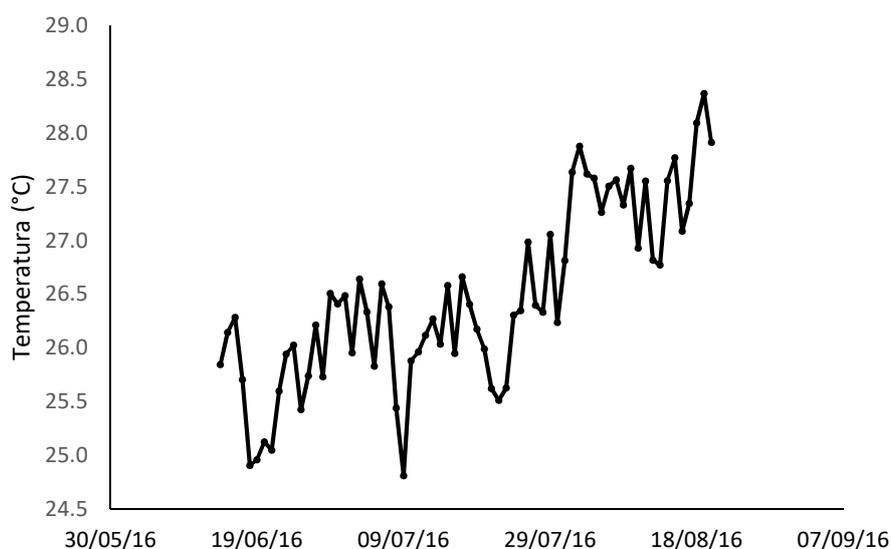


Figura 1. Dados de temperatura no período de condução do experimento obtidos na estação meteorológica localizada no 8º BEC – Exército Brasileiro, Rod. BR 163, km 5.

Para a mediação do diâmetro do colmo foi utilizado um paquímetro universal analógico e para a altura de planta um trena graduada em milímetros.

As coletas foram realizadas semanalmente a partir de 08/07, iniciando com as plantas no estágio V4 (quarta folha expandida). O diâmetro do colmo foi medido a 5 cm do solo e para a altura de planta foi considerada a distância entre o solo e a bainha da última folha plenamente expandida.

A colheita da parte aérea da planta aconteceu aos 67 dias após a semeadura com as plantas estágio VT (pendão expandido) cortando o colmo à distância de 2 cm do solo e posteriormente separando as estruturas da planta em folhas e colmo. O material colhido foi seco em estufa de circulação forçada por 7 dias a temperatura de 45°C. As variáveis estudadas foram altura de planta, diâmetro do colmo, massa seca de colmo, massa seca de folhas, taxa de crescimento absoluta (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR) e eficiência no uso do nitrogênio (EUN), a metodologia usada foi (BENINCASA, 2004). As análises foram realizadas no Laboratório de Estudo de Ecossistemas Amazônicos (LEEA), Campus Rondon da UFOPA em Santarém. Foi selecionada uma folha plenamente desenvolvida sem sinais de injúria do terço médio das plantas e desta foi recortado o terço central para determinação do teor de nitrogênio conforme metodologia descrita por (CARMO et al. 2000). Os dados foram submetidos a análise de variância, análise de regressão e análise multivariada teste de Hotelling utilizando o programa Bioestat 5.4 (AYRES et al. 2007). Foi aplicado o teste de Tukey.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a curva de crescimento da altura de planta (Figura 2) todos os tratamentos apresentaram melhor ajuste pelo modelo geométrico, isso se deve aos valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) acima de 0,92, resultados semelhantes foram obtidos por (AMIN, 2011 & NOAL et al. 2016).

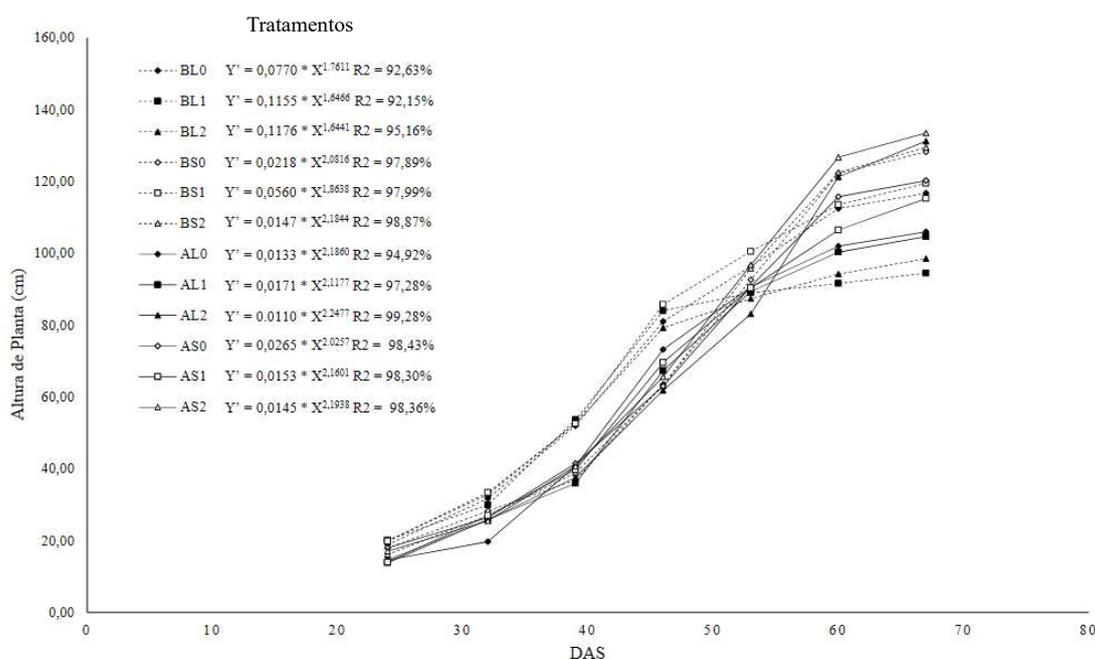


Figura 2. Altura de planta das cultivares AG1051 (A) e Bandeirantes (B) sob 100% de luz (L) e 50% de luz (S) sob três doses de N (0 = 0 g.planta<sup>-1</sup>; 1 = 0,46 g.planta<sup>-1</sup>; 2 = 0,92 g.planta<sup>-1</sup>) cultivado em estufa na fazenda experimental da UFOPA, Santarém-PA, resultados com  $p < 0,05$ .

Houve uma drástica desaceleração do crescimento das plantas nas duas últimas semanas de condução do experimento, coincidindo com a emissão do pendão. Machado et al. (1982) constatou padrão semelhante de desaceleração no crescimento de plantas de milho próximas ao aparecimento da inflorescência feminina e de acordo com Morello et al. (2002) o crescimento máximo das plantas de milho ocorre na fase de emissão dos estilos-estigmas para fora da espiga, sendo essa fase imediatamente posterior ao pendoamento (MAGALHÃES et al. 2002). Dessa forma observamos que os tratamentos de luminosidade e doses de nitrogênio não causaram influencia no padrão de crescimento das plantas.

Nenhum modelo matemático obteve significância para a TCA e TCR de altura de planta, mas observa-se que as plantas apresentaram um comportamento de crescimento mais acentuado até os 46 DAS e depois diminuíram o ritmo de crescimento até o corte realizado na fase de pendoamento, Falqueto et al. (2009) & Vaz et al. (2005) observaram que as plantas de milho e

arroz tem uma acentuada diminuição de produção de massa da parte aérea quando estas estão próximas do estágio reprodutivo.

Fancelli e Dourado Neto (2000) destacam que inicialmente o milho prioriza o desenvolvimento radicular para posteriormente aumentar a taxa de crescimento da parte aérea. De acordo com Borges (2006), após a planta entrar na fase reprodutiva, somente as estruturas ligadas diretamente a reprodução se desenvolvem de forma significativa.

Podemos assim inferir que a planta no final da fase vegetativa já redireciona sua energia para o desenvolvimento das estruturas reprodutivas.

O diâmetro máximo do colmo das plantas foi atingido aos 46 dias após a semeaduras (Figura 4).

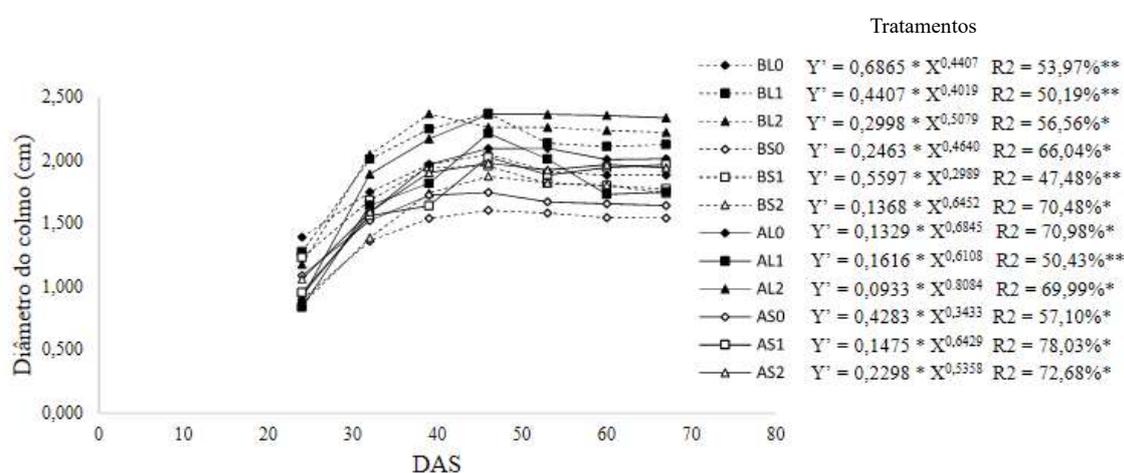


Figura 3. Diâmetro do colmo das cultivares AG1051 (A) e Bandeirantes (B) sob 100% de luz (L) e 50% de luz (S) sob três doses de N (0 = 0 g.planta<sup>-1</sup>; 1 = 0,46 g.planta<sup>-1</sup>; 2 = 0,92 g.planta<sup>-1</sup>) cultivado em estufa na fazenda experimental da UFOPA, Santarém-PA, resultados com significância inferior a 0,05\* e inferior a 0,10\*\*.

Todos os tratamentos apresentaram para o diâmetro do colmo padrão de crescimento geométrico, este resultado está de acordo com o Oliveira et al. (2013), que avaliou o crescimento do milho sobre a palhada de culturas antecessoras.

Os valores para o diâmetro do colmo ficaram abaixo dos observados por Neto et al. (2003) que obteve com híbrido AG1051 diâmetro de colmo entre 3,0 e 3,5 cm, sendo o AG1051 superior quando comparando a outros híbridos em diferentes populações e espaçamentos de plantio e Porto et al. (2011) que observou na variedade bandeirantes um diâmetro de colmo de 5,4 cm, sendo este superior a outras duas variedades. Já Bertolini et al. (2008) constatou para a variedade Bandeirante um diâmetro de colmo variando de 2,18 a 2,31 cm, sendo que esses resultados foram inferiores ao de híbridos simples e triplo cultivados em dois sistema de plantio com 2 épocas de adubação. As duas cultivares tem características de bom desenvolvimento do diâmetro do colmo, característica esta que está relacionada ao processo de seleção e

melhoramento genético a que foram submetidas.

Para a TCA do colmo o melhor modelo que representou o desenvolvimento do colmo foi o linear com coeficientes de determinação  $R^2$  variando de 52,35% a 86,34% (Figura. 5), normalmente o desenvolvimento das plantas de milho é representado por uma curva de crescimento sigmoide (BELTRANO et al. 2006; OLIVEIRA et al. 2013). Inicialmente as plantas anuais apresentam um crescimento lento até o estabelecimento do sistema radicular e expansão da área foliar e com isso aceleraram o desenvolvimento até um momento de estabilização e em sequência ocorre a redução da parte aérea em virtude da senescência das folhas (MAGALHÃES, 1985).

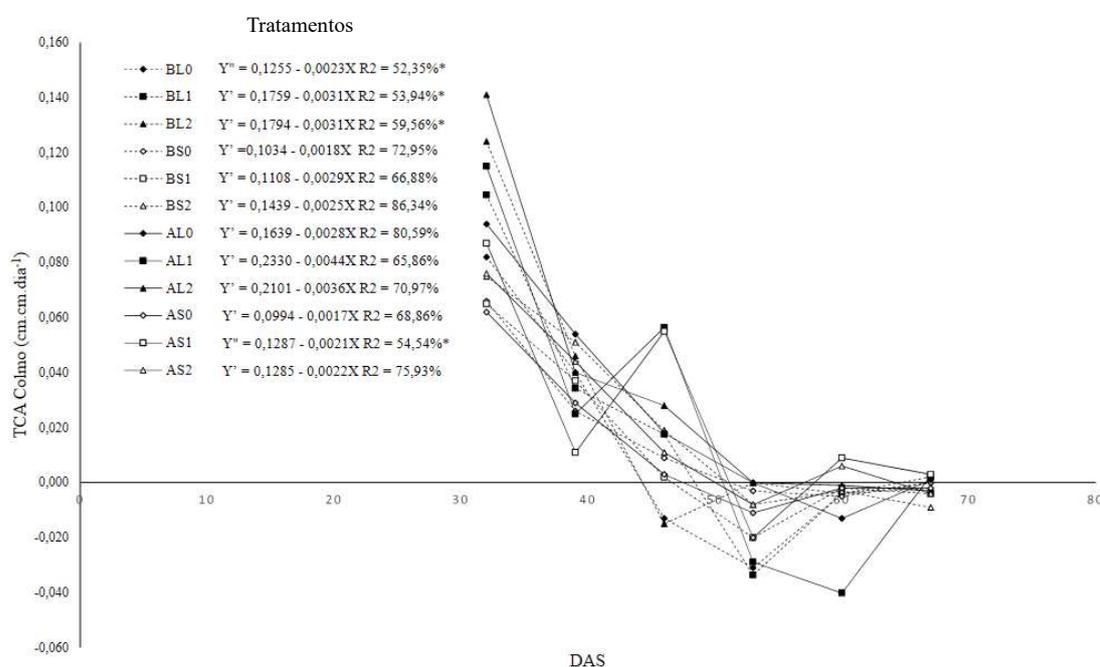


Figura 4. Taxa de crescimento absoluto TCA das cultivares AG1051 (A) e Bandeirantes (B) sob plena luz (L) e 50% de sombreamento (S) sob três doses de N (0 = 0 g.planta<sup>-1</sup>; 1 = 0,46 g.planta<sup>-1</sup>; 2 = 0,92 g.planta<sup>-1</sup>) cultivado em estufa na fazenda experimental da UFOPA, Santarém-PA,  $p < 0,05$  - \*  $p < 0,10$

A diferença entre os modelos pode ser explicada pelo período de acompanhamento das plantas, que neste caso foi iniciado a partir do 24º DAS, portanto parte do período de crescimento mais lento não foi computado nessa pesquisa. Guissem et al. (2002) & Oliveira et al. (2013) constataram que a TCA da matéria seca total da parte aérea das plantas é mais acelerada no período de formação da espiga, e durante todo o processo de melhoramento genético do milho buscou-se aumentar a capacidade de armazenamento de fotoassimilados no colmo como fonte para a espiga (DOEBLEY, 2004), portanto, a TCA do colmo indica que antes do surgimento das estruturas reprodutivas as plantas já priorizam a formação de pendão e espiga.

Quanto aos parâmetros analisados, não foram observadas significâncias para as fontes

de variação “Cultivar x Luminosidade”, “Cultivar x Doses de N” e “Luminosidade x Doses de N” (Tabela 1). Isso significa que os fatores não apresentaram relação entre si.

Tabela.1 Análises de Variância (A) e Fatorial (B) para as variáveis altura de planta (Alt), diâmetro do colmo (Dc), massa seca do colmo (MSc), massa seca de folha (MSf) e massa seca total (MSt) para as cultivares AG1051 (A) e Bandeirantes (B) sob 100% de luz (L) e 50% de luz (S) sob três doses de N ( $0 = 0 \text{ g.planta}^{-1}$ ;  $1 = 0,46 \text{ g.planta}^{-1}$ ;  $2 = 0,92 \text{ g.planta}^{-1}$ ) cultivado em estufa na fazenda experimental da UFOPA, Santarém-PA.

Tratamento	MSc (g)		MSf (g)		MSt (g)		Alt (cm)		Dc (cm)	
(A) Cultivar	Média	CV%								
AG1051	30,113	18,83	21,051	18,73	51,165	15,29	118,62	21,34	1,903	26,80
Bandeirante	29,884	19,23	23,667	17,88	53,552	14,38	114,50	18,24	1,882	15,61
F	0,0193		4,9103		1,1478		0,3791		0,0325	
p	0,88		<0,05		0,29		0,55		0,85	
(A) Luminosidade										
50%	27,958	20,20	19,893	14,26	47,851	14,50	124,37	15,18	1,769	13,13
100%	32,041	15,48	24,826	16,25	56,867	9,88	108,7	22,57	2,017	25,33
F	7,0824		24,0095		24,4648		6,1123		4,6672	
p	<0,05		<0,01		<0,01		<0,05		<0,05	
(A) Dose de N( $\text{g.pl}^{-1}$ )										
0	30,488	17,37	21,926	17,34	52,414	14,52	117,81	12,43	1,772	18,66
23	28,855	20,06	23,328	15,54	52,183	15,65	108,69	17,08	1,846	28,96
46	30,655	19,66	21,824	24,10	52,480	15,08	123,19	25,56	2,061	14,49
F	0,4854		0,6132		0,0062		1,6634		2,2239	
p	0,62		0,55		0,99		0,20		0,12	
(B) Interação (valores de F)										
CxL	0.2921ns		2.0352ns		0.0759ns		2.2222ns		1.0803ns	
CxD	2.1799ns		2.8155ns		0.2656ns		3.0957ns		1.2460ns	
LxD	1.4709ns		0.2495ns		0.0056ns		0.0867ns		0.7254ns	

ns - não significativo.

Resultados semelhantes foram obtidos por Reinaldo et al. (2002) que não observou interação entre os cultivares e doses de nitrogênio para os parâmetros altura de planta, altura de espiga e rendimento de grãos e também por Gomes et al. (2007) que avaliando a doses de nitrogênio e época de aplicação não observou interação entre os tratamentos para os parâmetros avaliados.

Para as doses de nitrogênio não foi observada diferença significativa para os parâmetros avaliados, estes resultados estão de acordo com Godoy et al. (2013); Gomes et al. (2007); Reinaldo et al. (2002) que com doses semelhantes de N não observaram diferenças

significativas no rendimento de grãos, índice de colheita, altura de plantas e altura de espiga, no entanto, divergem dos resultados de Araújo et al. (2004) que observou diferenças significativas na produção de massa seca da parte aérea e rendimento de grãos nas doses de N 0 e 60 kg.ha<sup>-1</sup>.

Este resultado pode ser atribuído a matéria orgânica existente no substrato, pois de acordo com Farinelli e Lemos, (2012) a disponibilização de nitrogênio no solo é controlada pela mineralização da matéria orgânica e adubação química. Silva et al. (2007) relata que sob baixa disponibilidade de N, a utilização de adubação verde aumenta o rendimento de grãos da cultura em virtude da decomposição dos resíduos vegetais e conseguinte disponibilização de nutrientes no solo. Lovato et al. (2004) demonstrou em pesquisa com milho o aumento da produtividade de 3.000 para 6.000 kg.ha<sup>-1</sup> com a utilização de adubação verde e o aumento do teor de matéria orgânica do solo de 2% para 3%.

Para os tratamentos de luminosidade todos os parâmetros avaliados exceto a altura de planta, onde aquelas com restrição de luminosidade obtiveram maior altura, as plantas expostas a plena luz apresentaram resultados significativamente superior ( $p < 0,05$ ).

Em pesquisas com plantio de milho consorciado em sistemas agroflorestais, a produção de matéria seca total da parte aérea e rendimento de grãos tiveram, de modo geral, relação negativa com a proximidade das plantas com as árvores (Macedo et al. 2006; Mendes et al. 2013; Silva, A. R. et al. 2015; Silva, J. A. N. da et al. 2015), já para altura de plantas os resultados dessas pesquisas são conflitantes. Lacerda et al. (2010); Lima et al. (2013); Yuan et al. (2012) pesquisando desenvolvimento do milho com os mesmos tratamentos de luminosidade deste trabalho verificaram uma menor altura para as plantas em ambiente sombreado. Em ambientes com restrição de luminosidade, plantas de sorgo apresentaram um estiolamento do limbo foliar e dos internódios o que resulta em maiores alturas (Dan et al. 2010). Segundo Taiz e Zeiger, (2004) baixos níveis de irradiância podem provocar o alongamento do caule de plantas cultivadas em condições de sombreamento. Já Kho, (2000) & Reynolds et al. (2007) relatam que o sombreamento afeta negativamente o desenvolvimento do milho.

Para o tratamento cultivares, todos os parâmetros apresentaram resultados estatisticamente não significativos, exceto para o parâmetro massa seca de folhas (Tabela 1), onde a variedade Bandeirantes foi superior ao híbrido AG1051. Os híbridos modernos se caracterizam por terem folhas com ângulo de inserção mais agudo junto ao colmo o que melhora a interceptação da radiação solar em populações mais adensadas (ARGENTA et al. 2001) já a variedade Bandeirantes tem folhas decumbentes. O fato de não haver competição intraespecífica pode ter proporcionado a variedade, que tem arquitetura de folha mais aberta,

maior desenvolvimento da área foliar, pois de acordo com Strieder et al. (2008) densidades de plantio maiores e espaçamentos menores diminuem o índice de área foliar do milho.

Em ambos os ambiente foi demonstrada interação significativa ( $p < 0,01$ ) entre as doses de nitrogênio e cultivares e também foram significativas ( $p < 0,1$ ) a influência dos tratamentos (Doses de N) e dos blocos (Cultivares) para o teor de nitrogênio na folha (Tabela 2). Otie et al. (2016) e Reinaldo et al. (2002) também observaram interações significativas entre as doses de nitrogênio aplicadas e as cultivares estudadas no resultado do teor de nitrogênio da folha de milho. Um dos fatores que afetam o desenvolvimento do milho em altas densidades é a competição intraespecífica reduzindo o espaço para desenvolvimento da área foliar e por consequência reduzindo a interceptação de radiação (MANFRON et al. 2003; SANGOI et al. 2001; SANGOI et al. 2007), comparando o desenvolvimento do milho em ambiente permanentemente nublado e de nebulosidade alternada, o milho se desenvolve melhor no primeiro (CASTRO e KLUNGE, 1999), a falta de competição intraespecífica pode ter atenuado os efeitos negativos do estresse luminoso, permitindo um bom desenvolvimento das plantas e consequentemente uma absorção de nitrogênio normal. De acordo com Neto et al. (2003) em plantios de alta densidade, a redução da matéria seca das plantas de milho se dá não somente pela redução da interceptação da radiação mas também pela competição por água e nutrientes entre as plantas.

Tabela 2. Anova Fatorial 2x2 interação entre doses de nitrogênio (0 g.pl<sup>-1</sup>; 0,46 g.pl<sup>-1</sup>; 0,92 g.pl<sup>-1</sup>) e cultivares (AG 1051 e Bandeirantes) para o parâmetro teor de nitrogênio na folha sob ambiente com 100% de luz e 50% de luz. cultivado em estufa na fazenda experimental da UFOPA, Santarém-PA.

FONTES DE VARIAÇÃO	100% LUZ		50% LUZ	
	F	p	F	p
Tratamentos (Doses N)	82.9134	< 0.0001	21.0458	0.0003
Blocos (Cultivares)	91.6658	< 0.0001	3.5912	0.0797
Interação Doses N x Cultivares	25.1739	0.0001	17.0624	0.005

As cultivares não apresentaram diferenças significativas para a dose 0 de nitrogênio, tanto no ambiente com 100% de luminosidade quanto no ambiente com 50% de luminosidade, quando analisados os parâmetros estudados através da análise multivariada pelo teste de Hotelling (Tabela 3).

Tabela 3. Análise multivariada, teste de Hotelling das cultivares de milho AG 1051 e Bandeirantes com dose 0 de nitrogênio sob os tratamentos de 100% de luminosidade e 50% de luminosidade, considerando os parâmetros altura da planta (Alt); diâmetro do colmo (Dc), massa seca de Folhas (MSf); massa seca de colmo (MSc); massa seca total (MSt) e Eficiência no uso do nitrogênio (Eun) cultivado em estufa na fazenda experimental da UFOPA, Santarém-PA.

	ALT	DC	MSF	MSC	MST	EUN
	cm	cm	g.pl <sup>-1</sup>	g.pl <sup>-1</sup>	g.pl <sup>-1</sup>	
100% Luz						
Cultivares						
AG1051	106,00	2,015	29,984	24,453	54,437	2,266
Bandeirante	116,75	1,885	34,089	25,054	59,144	1,849
T2 (Hotelling) =	3552,19	---	---	---	---	---
F =	98,672	---	---	---	---	---
(p) =	0,9667	---	---	---	---	---
50% Luz						
AG1051	120.25	1.645	19.973	29.845	49.818	1.090
Bandeirante	128.25	1.545	18.225	28.032	46.257	1.840
T2 (Hotelling) =	2139.276	---	---	---	---	---
F =	59.4243	---	---	---	---	---
(p) =	0.9257	---	---	---	---	---

De acordo com Argenta et al. (2001); Galvão et al. (2014) o melhoramento genético de híbridos de milho visou plantas de arquitetura mais compactas. As cultivares permanecem com características mais robusta (SANDRI e TOFANELLI, 2008). No entanto, o híbrido AG 1051 é utilizado para produção de silagem, por conta da alta produção de massa total da parte aérea, o que pode explicar a razão de tal semelhança.

#### CONCLUSÃO

As duas cultivares não apresentaram diferenças significativas para os parâmetros avaliados neste estudo, exceto para massa seca de folhas. A luminosidade afeta o desenvolvimento das plantas de milho, onde no ambiente com 50% de luminosidade houve redução da massa seca da parte aérea da planta. A variedade e o híbrido com a dose 0 de nitrogênio, apresentaram desenvolvimento semelhante nas duas condições de luminosidade conforme análise multivariada.

#### BIBLIOGRAFIA

- AMIN, M. E.-M. H. Effect of different nitrogen sources on growth, yield and quality of fodder maize (*Zea mays* L.). **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 10, n. 1, p. 17–23, 2011.
- ARAÚJO, L. A. N. DE; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. DA. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 8, p. 771–777, 2004.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. DA; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: Análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, v. 31, p. 1075–1084, 2001.
- AYRES, M. *et al.* BioEstat. 2007.
- BELTRANO, J.; RONCO, M. G.; ARANGO, M. C. Soil drying and rewatering applied at three grain developmental stages affect differentially growth and grain protein deposition in

wheat (*Triticum aestivum* L.). **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, n. 2, p. 341–350, 2006.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP, 2004.

BERTOLINI, E. V. *et al.* Antecipação da adubação de semeadura do milho em dois sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 2355–2366, 2008.

BORGES, I. D. **Marcha de absorção de nutrientes e acúmulo de matéria em cultivares de milho**. 2006. 115 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Departamento de Agronomia, UFLA, Lavras, 2006.

CARMO, C. A. F. de S. *et al.* **Métodos de Análises de Tecidos Vegetais Utilizados na Embrapa Solos**. Circular Técnica. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000.

CASTRO, P. R. C.; KLUNGE, R. A. **Ecofisiologia de cultivos anuais: trigo, milho, soja, arroz e mandioca**. São Paulo: Nobel, 1999.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Séries históricas de área plantada, produtividade e produção**. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=&Pagina\\_objcmsconteudos=3#A\\_objcmsconteudos](http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos)>. Acesso em: 1 dez. 2015.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO BRITO - CRESESB. Disponível em: <[www.crescesb.cepel.br/index.php?section=sundata&](http://www.crescesb.cepel.br/index.php?section=sundata&)>. Acesso em: 24 nov. 2016.

DAN, H. A. *et al.* Desempenho de plantas sorgo granífero sobre condições de sombreamento. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 32, n. 4, p. 675–679, 2010.

DOEBLEY, J. The genetics of maize evolution. **Annual Review of Genetics**, v. 38, p. 37–59, 2004.

EMBRAPA, C. N. DE P. DE S. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: [s.n.].

FALQUETO, A. R. *et al.* Crescimento e partição de assimilados em cultivares de arroz diferindo no potencial de produtividade de grãos. **Bragantia**, v. 68, n. 3, p. 563–571, 2009.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de Milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000.

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Nitrogênio em cobertura na cultura do milho em preparo convencional e plantio direto consolidados. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, p. 63–70, 2012.

GALVÃO, J. C. C. *et al.* Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. **Revista Ceres**, v. 61, p. 819–828, 2014.

GODOY, C. L. *et al.* Methods to classify maize cultivars in use efficiency and response to nitrogen. **Revista Ceres**, v. 60, n. 5, p. 699–705, 2013.

GOMES, R. F. *et al.* Efeito de doses e da época de aplicação de nitrogênio nos caracteres agrônômicos da cultura do milho sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 3, p. 931–938, 2007.

GUISCHEM, J. M. *et al.* Crescimento e Desenvolvimento de Cultivares de Milho (zea mays L.) no Plantio de “Safrinha”. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 24. 2002, Florianópolis. **Anais...Florianópolis: ABMS, 2002**. Disponível em <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/33940/1/Crescimento-desenvolvimento.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/839>>. Acesso em: 2 jan. 2017.

KHO, R. M. A general tree-environment-crop interaction equation for predictive

understanding of agroforestry systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 80, n. 1–2, p. 87–100, 2000.

KÖPPEN, W. **Climatologia: conun estudio de los climas de La tierra**. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948.

LACERDA, C. F. *et al.* Análise de crescimento de milho e feijão sob diferentes condições de sombreamento. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 4, n. 4, p. 18–24, 2010.

LIMA, E. *et al.* The development of maize plants under shading conditions. **GLOBAL SCIENCE AND TECHNOLOGY**, v. 6, n. 2, p. 1–7, 2013.

LOPES, J. P. *et al.* Análise de crescimento e trocas gasosas na cultura de milho em plantio direto e convencional. **Bragantia**, v. 68, p. 839–848, 2009.

LOVATO, T. *et al.* Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 1, p. 175–187, 2004.

MACEDO, R. L. G. *et al.* Desempenho silvicultural de clones de eucalipto e características agrônômicas de milho cultivados em sistema silviagrícola. **Revista Árvore**, v. 30, n. 5, p. 701–709, 2006.

MACHADO, E. C. *et al.* Análise quantitativa de crescimento de quatro variedades de milho em três densidades. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, n. 6, p. 825–833, 1982.

MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa de crescimento. *In*: FERRI, M. G. (Ed.). **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: EPU, 1985. p. 363.

MAGALHÃES, P. C. *et al.* Fisiologia do Milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 6 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 22)

MANFRON, A. *et al.* Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 3, p. 63–77, 2003.

MENDES, M. M. DE S. *et al.* Desenvolvimento do milho sob influência de árvores de pau-branco em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 10, p. 1342–1350, 2013.

MORELLO, C. D. L. *et al.* Performance de populações de milho (*Zea mays L.*) em terras altas no estado do Tocantins, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 32, n. 1, p. 21–32, 2002.

NETO, D. D. *et al.* Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 3, p. 66–73, 2003.

NOAL, G.; REJANE, L.; REINIGER, S. Modelo logístico de crescimento de cultivares crioulas de milho e de progênies de meios-irmãos maternos em função da soma térmica. **Ciência Rural**, v. 46, n. 1, p. 36–43, 2016.

OLIVEIRA, P. DE *et al.* Crescimento e produtividade de milho em função da cultura antecessora. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 2013, n. 3, p. 239–246, 2013.

OTIE, V. *et al.* Interactive Effects of Plant Growth Regulators and Nitrogen on Corn Growth and Nitrogen Use Efficiency. **Journal of Plant Nutrition**, v. 4167, n. June, p. 00–00, 2016.

PORTO, A. P. F. *et al.* Variedades de milho a diferentes espaçamentos no planalto de Vitória da Conquista - BA. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 2, p. 208–214, 2011.

QUADRO, M. F. L. DE *et al.* Climatologia de Preipitação e Temperatura. **Revista Climanalise – Edição comemorativa de 10 anos**, p. 1–7, 1996.

REINALDO, J.; CASAGRANDE, R.; FILHO, F. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 1, p. 33–40, 2002.

REYNOLDS, P. E. *et al.* Effects of tree competition on corn and soybean photosynthesis, growth, and yield in a temperate tree-based agroforestry intercropping system in southern Ontario, Canada. **Ecological Engineering**, v. 29, n. 4, p. 362–371, 2007.

RODRIGUES, J. D. *et al.* Diferentes níveis de cálcio e o desenvolvimento de plantas de estilosantes (*Stylosanthes guyanensis* (Aubl.) Sw. cv “Cook”). **Scientia Agricola**, v. 50, n. 2, p. 166–175, set. 1993.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant Physiology**. [s.l.] Wadsworth Publishing Company, 1992.

SANDRI, C. A.; TOFANELLI, M. B. D. Comunicação científica milho crioulo: uma alternativa para rentabilidade no campo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 1, p. 59–61, 2008.

SANGOI, L. *et al.* Desempenho de híbridos de milho com ciclos contrastantes em função da desfolha e da população de plantas. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 2, p. 271–276, 2001.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; ZANIN, C. G. Área foliar e rendimento de grãos de híbridos de milho em diferentes populações de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 6, n. 2007, p. 263–271, 2007.

SILVA, A. A. DA *et al.* Sistemas de coberturas de solo no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos do milho em sucessão. **Ciência Rural**, v. 37, n. 4, p. 928–935, 2007.

SILVA, A. R. *et al.* Cultivo de milho sob influência de renques de paricá em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 5, n. 1, p. 110–114, 2015.

SILVA, B. E. B. DA *et al.* Análise da tendência de aumento da precipitação anual na região de Santarém (PA), entre 1961 e 2008. In: Simpósio Internacinal de Climatologia, 4. 2011 João Pessoa. **Anais...João Pessoa: SBMET**, 2011. p. 2 - 6.

SILVA, J. A. N. DA *et al.* Produtividade de Híbridos de Milho em Cultivo Solteiro e Consorciado com Pinhão-Manso. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 14, n. 1, p. 43–48, 2015.

STRIEDER, M. L. *et al.* Características de dossel e rendimento de milho em diferentes espaçamentos e sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 43, n. 3, p. 309–317, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

URCHEI, M. A.; RODRIGUES, J. D.; STONE, L. F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 497–506, 2000.

VAZ, A. J. B. F.; KLIEMANN, H. J.; SILVEIRA, P. M. DA. Produção de fitomassa de espécies de cobertura em latossolo vermelho distroférico. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, v. 35, n. 1, p. 55–64, 2005.

YUAN, L. *et al.* QTL analysis of shading sensitive related traits in Maize under two shading treatments. **PLoS ONE**, v. 7, n. 6, 2012.

### **3. Conclusões**

A variedade AL Bandeirantes demonstrou maior adaptação para as condições ambientais existentes na região de várzea de Santarém/PA quando comparada ao híbrido duplo AG 1051, dessa forma podemos concluir que a rusticidade da variedade é uma característica preponderante para subsidiar essa afirmação. Nas condições de cultivo tradicional, como no caso desta pesquisa, onde não são empregados tratamentos culturais como, adubação química, inseticidas e herbicidas a variedade se mostra como melhor alternativa, incluindo-se aí econômica, pois as sementes têm menor custo para aquisição e podem ser produzidas na propriedade pelos agricultores. A utilização de doses pequenas de nitrogênio como adubação de cobertura demonstrou resultados não significativos quanto ao desenvolvimento da parte aérea das plantas de milho, indicando que a planta responde somente a doses maiores de adubação de cobertura desse nutriente, portanto a utilização do híbrido mais doses pequenas de nitrogênio não são suficientes para obter um desenvolvimento superior ao da variedade sem adição de nitrogênio, no entanto, fatores ambientais como luminosidade podem afetar o crescimento das plantas de milho, como foi constatado nesta pesquisa, onde plantas sob estresse luminoso tiveram seu desenvolvimento da parte aérea prejudicados, indicando assim que alterações climáticas como o aumento de dias nublados podem interferir no desenvolvimento dessa cultura.