

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA  
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

ANÁLISE DE CRESCIMENTO DA CULTURA DO MILHO (*ZEA MAYS*.  
LINNÉ) SUBMETIDO À ADUBAÇÃO MINERAL E ORGÂNICA

Bolsista: Éder Pedreno Beltrão, CNPq

**PARINTINS**  
2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA  
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL

PIB – A/0001/2010

ANÁLISE DE CRESCIMENTO DA CULTURA DO MILHO (*ZEA MAYS*.  
LINNÉ) SUBMETIDO À ADUBAÇÃO MINERAL E ORGÂNICA

Bolsista: Eder Pedreno Beltrão, CNPq

Orientador: Profº Drº Aristóteles de Jesus Teixeira Filho

PARINTINS

2011

Todos os direitos deste relatório são reservados à Universidade Federal do Amazonas, ao Núcleo de Estudo e Pesquisa Relação Água, solo, Planta e Animal e aos seus autores. Parte deste relatório só poderá ser reproduzida para fins acadêmicos ou científicos.

Esta pesquisa, financiada pelo Conselho Nacional de Pesquisa – CNPq, através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Universidade Federal do Amazonas, foi desenvolvida pelo Núcleo de Estudo e Pesquisa Relação Água, solo, Planta e Animal.

## RESUMO

A cultura do milho é a mais difundida no Brasil, integrante do grupo dos maiores produtores mundiais, sendo superado apenas pelos Estados Unidos e pela China. No entanto, a produtividade média brasileira é muito baixa em relação à dos países mais desenvolvidos. O objetivo deste projeto foi analisar o crescimento da cultura de milho submetido a três tipos de tratamentos, de maneira a identificar aquele que apresentar maior índice de área foliar. Dessa forma, vários índices fisiológicos são deduzidos e utilizados na tentativa de explicar e compreender as diferenças de comportamento das comunidades vegetais. Entre os mais utilizados, encontram-se o índice de área foliar, taxa de crescimento da cultura e taxa de assimilação líquida. Pensando em estudar os índices fisiológicos da cultura do milho, os experimentos foram montados nas condições de campo do ICSEZ, dessa forma, para o plantio do milho seguiram os seguintes tratamentos: a primeira parcela (testemunha absoluta) não recebeu nenhum tipo de adubação; a segunda parcela foi conduzida com adição de matéria orgânica; e a terceira parcela recebeu adubação mineral, em função da análise físico-química do solo da área experimental. Cada tratamento foi constituído por uma faixa de quatro linhas de milho espaçadas de 0,80m, ou seja, 3 parcelas de 4,0m x 3,2m, com área útil de 2,0m x 1,60m e quatro plantas por metro. Em todos os tratamentos, as sementes adquiridas foram certificadas (tratadas), próprias para o plantio. As análises consistiram na extração de duas plantas de cada tratamento a cada 07 dias, de forma aleatória. Após coleta, as plantas foram acondicionadas em sacolas plásticas e encaminhadas ao laboratório, com o intuito de minimizar as perdas de umidade. Em seguida foram retiradas as folhas pesando-as imediatamente em balança com precisão de 0,1g, dessa forma, obtém-se o peso da folha úmida, bem como do caule e também das raízes. As folhas foram decalcadas em papel, que foi comparada ao peso padrão de um recorte de 100 cm<sup>2</sup>, a exemplo da anterior. Os decalques também foram pesados, como segue: massa caulinar úmida, a massa foliar úmida, o peso padrão e os pesos dos decalques. As partes da planta (folhas, caule e raízes) foram acondicionadas, separadamente, em sacos de papel e em seguida colocados em estufa, onde permaneceram durante um período de 48 horas a 85 °C.

Palavras-Chave: índice de área foliar; massa foliar úmida; taxa de crescimento.

## ABSTRACTS

The objective of this project will be to analyze the growth of the corn culture submitted to three types of treatments, in way to identify that that to present larger index of foliar area. The culture of the corn is the spread in Brazil, integral of the group of the largest world producers, being just overcome by the United States and for China. However, the average Brazilian productivity is very low in relation to the one of the countries more developed. In that way, several physiologic indexes are deduced and used in the attempt of to explain and to understand the differences of behavior of the vegetable communities. Among the more used, they are the index of foliar area, growth rate of the culture and tax of liquid assimilation. Thinking about studying these indexes, experiments will be mounted in the conditions of field of ICSEZ, in that way, for the planting of the corn they will follow the following treatments: the first portion (he/she testifies absolute) it won't receive any manuring type; the second portion will be driven with addition of organic matter; and the third portion will receive mineral manuring, in function of the physiochemical analysis of the soil of the experimental area. Each treatment will be constituted by a strip of four spaced corn lines of 0,80m, in other words, 3 portions of 4,0m x 3,2m, with useful area of 2,0m x 1,60m four plants for meter. In all of the treatments, the acquired seeds will be certified (treated), own for the planting. The analyses will consist of the extraction of two plants of each treatment every 15 days, in a random way. After collection, the plants will be conditioned in plastic bags and directed to the laboratory, with the intention of minimizing the humidity losses, soon afterwards the leaves will be removed weighing them immediately in scale accurately of 0,1g, in that way, it is obtained the weight of the humid leaf, as well as of the stem and also of the roots. The leaves will be traced in paper, that will be compared to the standard weight of a cutting of 100 cm<sup>2</sup>, to example of the previous. The tracings will also be heavy, as it proceeds: mass humid caulinar, the humid foliar mass, the standard weight and the weights of the tracings. The parts of the plant (leaves, stem and roots) they will be conditioned, separately, in paper bags and soon afterwards put in greenhouse, where they will stay during a period of 48 hours to 85 °C.

Word-key: index of foliar area; humid foliar mass; growth rate.

## LISTA DE SIGLAS

AF: Área foliar

AFE: Área foliar específica

DAE: Dias após emergência

DAP: Dias após plantio

IC: Índice de Colheita

MCS: Massa caulinar seca

MCU: Massa caulinar úmida

MFS: Massa foliar Seca

MFU: Massa foliar úmida

MST: Massa seca total

NC: Necessidade de calagem

PRNT: Poder relativo de neutralização total

RAF: Razão de área foliar

TAL: Taxa de assimilação líquida

TCA: Taxa de crescimento absoluto

TCR: Taxa de crescimento relativo

TM: Tratamento mineral

TO: Tratamento orgânico

TZ: Testemunha absoluta

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Análise de variância para o esquema fatorial 2*3. ....	32
Tabela 02: Comparação de médias para os tratamentos significativos, teste de Tukey.....	33
Tabela 03: Média das Interações Tratamento e cultivar.....	33

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Croqui do experimento e ampliação da parcela experimental com a disposição da cultura de milho.....	11
Figura 2 – Limpeza da área experimental.....	12
Figura 3 – Isolamento da área experimental.....	13
Figura 4 – Calagem.....	14
Figura 5 – Irrigação.....	14



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Produção mundial de milho 2008.....	1
Gráfico 02 - Área foliar das cultivares Cativerde e Al. Bandeirante no tratamento mineral. ..	20
Gráfico 03 – Área foliar das cultivares Cativerde e Al. Bandeirante, no tratamento orgânico. .....	21
Gráfico 04 - Área foliar das cultivares Cativerde e Al. Bandeirante no tratamento testemunha. .....	22
Gráfico 05 - TAL das cultivares Cativerde e Al. Bandeirante no tratamento mineral. ....	24
Gráfico 06 – TAL das cultivares Al. Bandeirante e Cativerde no tratamento orgânico.....	24
Gráfico 07 - TAL das cultivares Al. Bandeirante e Cativerde no tratamento testemunha. ....	25
Gráfico 08 - RAF das cultivares Al. Bandeirante e Cativerde no tratamento mineral. ....	26
Gráfico 09 - RAF das cultivares Al. Bandeirante e Cativerde no tratamento orgânico. ....	27
Gráfico 10 – RAF das cultivares Al. Bandeirante e Cativerde no tratamento testemunha. ....	28
Gráfico 11 – IAF e TCC das cultivares Al. Bandeirante e Cativerde no tratamento mineral. .	29
Gráfico 12 – IAF e TCC das cultivares Al. Bandeirante e Cativerde no tratamento orgânico.	30
Gráfico 13 – IAF e TCC das cultivares Al. Bandeirante e Cativerde no tratamento testemunha. .....	31

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>4</b>
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Clima.....</b>	<b>10</b>
<b>3.2 Delineamento experimental .....</b>	<b>10</b>
<b>3.3 Operações de preparo do solo .....</b>	<b>12</b>
3.3.1 Calagem .....	13
3.3.2 Adubação .....	15
3.3.2.1 Orgânica .....	15
3.3.2.2 Mineral .....	15
3.3.3 Análise quantitativa do crescimento do milho.....	16
3.3.3.1 Área foliar (Af).....	17
3.3.3.2 Massa de matéria seca total (MST).....	17
3.3.3.3 Razão de área foliar (RAF) .....	17
3.3.3.4 Área foliar específica (AFE) .....	17
3.3.3.5 Taxa assimilatória líquida (TAL).....	17
3.3.3.6 Taxa de crescimento relativo (TCR) .....	18
3.3.3.7 Taxa de crescimento absoluto (TCA).....	18
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>4.1 Análise e interpretação fisiológica.....</b>	<b>19</b>
<b>4.2 Análise estatística dos tratamentos .....</b>	<b>31</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>35</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho é a mais difundida no Brasil, integrante do grupo dos maiores produtores mundiais, sendo superado apenas pelos Estados Unidos e pela China. No entanto, a produtividade média brasileira é muito baixa em relação à dos países mais desenvolvidos, segundo as últimas projeções fornecidas pelo AGRIANUAL (2008), Gráfico 1. Logicamente, no Brasil existem produtores que atingem patamares de produtividade equivalentes aqueles obtidos pelos americanos. Entretanto, a existência de grande número de pequenos produtores com economia de subsistência, emprego de baixa tecnologia e do mínimo de recursos, promove acentuada queda na produtividade nacional. Além disso, grande parcela da área destinada ao plantio do milho é composta de solos já depauperados por uma agricultura descompromissada com a conservação do agroecossistema.

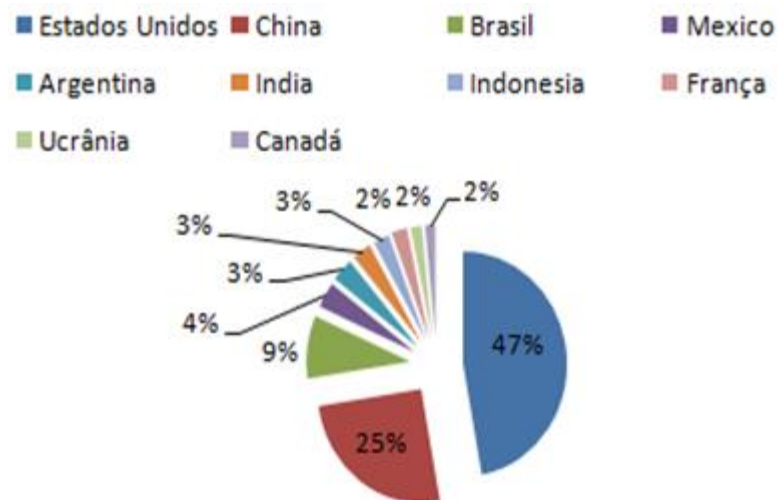


Gráfico 1 – Produção mundial de milho 2008.  
 FONTE: AGRINUAL, 2008.

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta que pertence à família Gramineae/Poaceae. O caráter monóico e a sua morfologia característica resultam da supressão, condensação e multiplicação de várias partes da anatomia básica das gramíneas. Ele é uma das plantas cultivadas de maior interesse, quanto à sua origem, estrutura e variação. Somente é conhecido

em cultivo e, na sua forma atual, não apresenta indicativos de que poderia subsistir sem os cuidados do homem. A pesquisa tem desenvolvido tipos tão diferentes de milho que seu cultivo é possível desde o Equador até o limite das terras temperadas e desde o nível do mar até altitudes superiores a 3.600m. Essa adaptabilidade, representada por genótipos variados, é paralela à variedade de sua utilização como alimento, forragem ou na indústria. O milho é cultivado em regiões cuja precipitação varia de 300 a 5.000 mm anuais, sendo que a quantidade de água consumida por uma planta de milho durante o seu ciclo está em torno de 600 mm (ALDRICH *et al.*, 1982 *apud* MAGALHÃES *et al.*, 2002). Dessa forma, a absorção, o transporte e a consequente transpiração de água pelas plantas são consequência da demanda evaporativa da atmosfera (evapotranspiração potencial), resistência estomática e difusão de vapor, água disponível no solo e densidade de raízes (KLAR, 1984). A planta absorve água do solo para atender às suas necessidades fisiológicas e, com isto, suprir a sua necessidade em nutrientes, que são transportados junto com a água, sob a forma de fluxo de massa. Do total de água absorvida pela planta, uma quantidade bem reduzida (cerca de 1%) é retida pela mesma. Embora se possa pensar que há desperdício, na verdade isso não ocorre, pois é pelo processo da transpiração (perda de calor latente) que os vegetais controlam a sua temperatura (KLAR, 1984; MAGALHÃES *et al.*, 1995). Vários índices fisiológicos são deduzidos e utilizados na tentativa de explicar e compreender as diferenças de comportamento das comunidades vegetais. Entre os mais utilizados, encontram-se o índice de área foliar, taxa de crescimento da cultura e taxa de assimilação líquida (PEREIRA e MACHADO, 1987 *apud* MOURA *et al.*, 2006). Segundo Nogueira *et al.* (1994) a análise de crescimento é uma técnica fundamental para quantificar esses componentes de crescimento, representando o primeiro suporte na avaliação da produção primária, e por isto é considerada um método prático para estudar a taxa fotossintética de produção. Esta representa o primeiro passo na análise da produção de vegetal e requer informações que podem ser obtidas sem necessidade de

equipamentos sofisticados. A área foliar de uma planta depende do número e do tamanho das folhas e, por consequência, do estágio de desenvolvimento da planta. O índice de área foliar (IAF), definido pela relação da área total foliar por unidade de área explorada pela cultura, depende da fertilidade do solo, das condições climáticas, do espaçamento e, principalmente, do material genético. O IAF representa a capacidade que a comunidade vegetal tem para explorar o espaço disponível. A variação temporal da área foliar em geral aumenta até um limite máximo, no qual permanece por algum tempo, decrescendo em seguida, devido à senescência das folhas velhas. Como a fotossíntese depende da área foliar, o rendimento da cultura será maior quanto mais rápido a planta atingir o índice de área foliar máximo e quanto mais tempo a área foliar permanecer ativa (PEREIRA e MACHADO, 1987).

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A interação da matéria orgânica com a fração argila tem influência marcante no desenvolvimento da estrutura do solo. O composto orgânico quando utilizado de forma isolada ou associada a adubos minerais, possui propriedades altamente benéficas ao solo, tais como: retenção de umidade, fornecimento de nutrientes, ativação da microbiota do solo, melhoria da textura e estrutura dentre outras (SOUZA *apud* PREZOTTI, 1997).

A análise de crescimento descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, acompanhando assim seu crescimento, o que segundo Benincasa (2003) é o meio mais acessível e bastante preciso para avaliar o crescimento e mensurar a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento vegetal.

A cultura do milho, normalmente, remove expressivas quantidades de nitrogênio para complementar a quantidade suprida pelo solo, quando são desejados altos rendimentos. Destaca-se como uma cultura de importância socioeconômica, pois é uma das principais fontes de carboidratos para as populações rurais e urbanas e o principal componente energético na ração de animais (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000).

O milho é exigente em condições químicas e físicas, garantindo as melhores produções quando cultivado em solos francos, desde que sejam profundos ricos em húmus, bem drenados e arejados e que garantam suficiente umidade e nutrientes minerais (SILVA, 2000).

Entre os fatores para se aumentar a produtividade, esta a nutrição adequada, com o uso de programas de adubação que estabeleçam o balanço entre os nutrientes. Segundo Fornasieri Filho (1992) para cada tonelada de grãos de milho produzido é exportado cerca de: 16,5 kg de N; 9,1 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, e 6,1 kg de K<sub>2</sub>O.

As épocas de semeadura do milho referem-se ao período em que a cultura tem maior probabilidade de encontrar condições favoráveis ao seu desenvolvimento. Nesse sentido, embora as plantas respondam a interação de todos os fatores climáticos, a precipitação pluviométrica, à temperatura e a radiação solar são os que têm maior influência no desenvolvimento da cultura e, conseqüentemente na sua produtividade final. Portanto as épocas de semeadura variam de acordo com as regiões do país (LAZZAROTTO *et al.*, 1997).

Tipo de exploração	Produtividade	Nutrientes extraídos				
	T ha <sup>-1</sup>	N	P	K	Ca	Mg
		Kg ha <sup>-1</sup>				
Grãos	3,65	77	9	83	10	10
	5,8	100	19	95	7	17
	7,87	167	33	113	27	25
	9,17	187	34	143	30	28
	10,15	217	42	157	32	33
Silagem	11,6	115	15	69	35	26
	15,31	181	21	213	41	28
	17,13	230	23	271	52	31
	18,65	231	26	259	58	32

Quadro 1— Extração média de nutrientes pela cultura do milho destinada á produção de grãos e silagem em diferentes níveis de produtividade.

FONTE: COELHO et al. (dados não publicados).

O termo “análise de crescimento” se refere a uma série de métodos quantitativos que descrevem e interpretam o desempenho de uma planta, crescendo sob condições naturais, ou controladas, dando uma aproximação explicativa, holística e integral para interpretar as formas e funções da planta (HUNT, 2003). Pereira; Machado (1987) considera a análise de crescimento como método-padrão para se medir a produtividade biológica de uma cultura, permitindo o estudo de diferentes cultivares de uma determinada cultura em seu ambiente de produção, requerendo informações que podem ser obtidas sem a necessidade de equipamentos sofisticados. Tais informações são a quantidade de material contido na planta toda e em suas partes (folhas, colmos, raízes e frutos), e o tamanho do aparelho fotossintetizante (área foliar), obtidas a intervalos de tempo regulares durante o desenvolvimento fenológico da planta.

O manejo do N em sistemas agrícolas deve considerar os elevados riscos ambientais, uma vez que este nutriente está sujeito a perdas por erosão, lixiviação, desnitrificação e volatilização. Stanford (1973) e Keeney (1982) definem o manejo ideal da adubação nitrogenada como sendo aquele que permite satisfazer a necessidade da cultura com o mínimo de risco ambiental.

Para Amado et al. (2000), as informações básicas requeridas para otimizar a recomendação da adubação nitrogenada em sistemas de manejo conservacionista incluem: (a) estimativa do potencial de mineralização do N do solo; (b) contribuição da cultura de cobertura antecedente (quantidade de N mineralizada ou imobilizada); (c) requerimento de N pela cultura econômica, para atingir um rendimento projetado; (d) expectativa da eficiência de recuperação do N disponível das diferentes fontes (solo, cultura de cobertura e fertilizante mineral); (e) histórico de cultivos anteriores da área.

No que se referem à exportação dos nutrientes nos grãos, o fósforo é quase todo translocado para as sementes (80 a 90%), seguindo-se o nitrogênio (75%), o enxofre (60%), o magnésio (50%), o potássio (20-30%) e o cálcio (10-15%). Isso implica que a incorporação dos restos culturais do milho devolve ao solo grande parte dos nutrientes, principalmente potássio e cálcio, contidos na palhada.

Quando o milho é colhido para silagem, além dos grãos, a parte vegetativa também é removida, havendo conseqüentemente alta extração e exportação de nutrientes (Quadro 1). Assim, problemas de fertilidade do solo se manifestarão mais cedo na produção de silagem do que na produção de grãos, principalmente se a primeira for obtida de uma mesma área por vários anos consecutivos e se não for adotado um sistema de manejo de solo e adubações adequadas. Um programa de calagem e adubação, visando a manutenção de altas



produtividades, requer um monitoramento periódico do índice de fertilidade do solo, através da análise química, para se evitar o empobrecimento e/ou o desbalanço de nutrientes no solo.

Resultados obtidos por Novais et al. (1974) sobre o parcelamento do nitrogênio na cultura do milho mostram que o não suprimento deste nutriente durante a fase inicial de desenvolvimento vegetativo, com aplicação de toda a dose no florescimento (65 DAP), assim como o excessivo número de aplicações parceladas, apresentaram menor eficiência do que a aplicação por ocasião do plantio e na fase de desenvolvimento vegetativo (Quadro 2).

Época de aplicação				Produção de espigas	
Plantio	25	45	65	60	120
% de n aplicado				Kg ha <sup>-1</sup>	
0	0	100	0	5339	7589
0	0	0	100	3933	5991
33	0	67	0	5941	7797
0	50	50	0	6150	7000
33	33	34	0	6261	6414
25	25	25	25	5325	6772

Quadro 2 - Efeito do parcelamento de nitrogênio, nas doses de 60 e 120 kg/ha, na produção de milho. FONTE: ADAPTADA DE NOVAIS et al. (1974).

Os teores foliares de macro e micronutrientes considerados adequados para culturas produtivas de milho, compilados de diversos autores por Bull (1993), são apresentados no Quadro 3.

Macronutrientes	Teor (%)	Micronutrientes (ppm)	Teor (%)
Nitrogênio	2,75 - 3,25	Boro	15 - 20
Fósforo	0,19 - 0,35	Cobre	6 - 20
Potássio	1,75 - 2,97	Ferro	50 - 250
Cálcio	0,23 - 0,40	Manganês	42 - 150
Magnésio	0,15 - 0,40	Molibidênio	0,15 - 0,20
Enxofre	0,15 - 0,21	Zinco	15 - 50

Quadro 3 – Teores foliares de nutrientes considerados adequados para a cultura do milho. FONTE: COELHO et al.( dados não publicados).

Para Andrade (1995), apesar do elevado potencial produtivo, o milho apresenta acentuada sensibilidade a estresse de natureza biótica e abiótica, que aliada a sua pequena plasticidade foliar, reduzida prolificidade e baixa capacidade de compensação efetiva, seu cultivo necessita ser rigorosamente planejado e criteriosamente manejado, objetivando a manifestação de sua capacidade produtiva. O número de ovários e o número de óvulos contidos na espiga são afetados significativamente pela temperatura, pelo genótipo (Bertrand, 1991) e pela disponibilidade de nitrogênio, sendo menos sensíveis à radiação solar e densidade de plantas (Uhart & Andrade, 1995). Todavia, nesse particular, a baixa disponibilidade de nitrogênio (<25 kg.ha<sup>-1</sup>) e a presença de temperaturas baixas (<12°C) no início do desenvolvimento da planta (4<sup>a</sup>/5<sup>a</sup> folha), contribuem de forma decisiva para a redução do tamanho da raiz (redução de síntese de citocinina) e do potencial de produção da cultura. (Fancelli, 1997).

Para alguns autores, a ocorrência de curtos períodos de deficiência hídrica, no início do desenvolvimento da cultura, pode concorrer para estimular um maior desenvolvimento radicular das plantas, desde que o solo, abaixo de 15 cm da superfície, apresente-se abastecido com água disponível e com disponibilidade satisfatória de oxigênio.

No que concerne ao aproveitamento de luz, a superfície da folha fotossinteticamente ativa em relação à unidade de superfície de solo é denominada de índice de área foliar (IAF). Tal parâmetro permite estimar o grau de desenvolvimento da planta e o potencial de interceptação de energia radiante. Ainda, o IAF que determina a taxa máxima de crescimento é conhecido como IAF crítico, o qual varia em função do ambiente que a planta estiver submetida. O IAF crítico para a cultura do milho oscila entre valores de 3 a 5, de acordo com a região, genótipo e sistema de produção considerado.

As relações fonte-dreno podem ser alteradas sobremaneira pelas condições de solo, clima, estágio fisiológico e nível de estresse da cultura (TOLLENAAR, 1977; FANCELLI & DOURADO-NETO, 1997).

O rendimento de grãos de uma cultura pode ser definido como sendo o produto do rendimento biológico e índice de colheita (IC). O rendimento biológico é comumente determinado pelo peso total da matéria seca da planta, perfazendo medida integrada dos efeitos combinados da fotossíntese e respiração durante a fase de crescimento. A fotossíntese, por sua vez, é dependente da extensão da área foliar e da permanência das folhas em plena atividade.

### **3 METODOLOGIA**

A pesquisa foi desenvolvida no campus do Instituto de Ciências Sociais, Educação e Zootecnia da Universidade Federal do Amazonas no Município de Parintins, que fica localizado na região do baixo Amazonas, com as seguintes coordenadas geográficas: 2° 36' 48" de Latitude Sul e 56° 44' de Longitude Oeste de Greenwich a 50m acima do nível do mar, situada a margem direita do rio Amazonas e distante a aproximadamente 369 km em linha reta e 420 km por via fluvial da cidade de Manaus – AM.

#### **3.1 Clima**

As características do clima enquadram-se no grupo tropical chuvoso por apresentar uma estação seca de pequena duração, entretanto, devido às elevadas precipitações pluviométricas superiores a 2.000 mm ano<sup>-1</sup> possui umidade suficiente girando em torno de 8%. A temperatura média anual oscila em torno de 26°C, com pequena amplitude térmica (Plano Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável: Parintins – AM, 2005-2012).

#### **3.2 Delineamento experimental**

Os experimentos foram montados nas condições de campo do ICSEZ, dessa forma, para o plantio do milho foi feita a casualização dos seguintes tratamentos: testemunha absoluta (TZ) - não recebeu nenhum tipo de adubação; orgânico - adição de cama de frango; mineral - adição de NPK, em função da análise físico-química do solo da área experimental (quadro 4). Em todos os tratamentos foram plantadas duas cultivares de milho. Cada tratamento foi constituído por uma faixa de quatro linhas de milho, sendo duas linhas para cada cultivar (Al. Bandeirante e Cativerde) com espaçamento de 0,80m, ou seja, 6 blocos de 4,0m x 3,2m, com área útil de 2,0m x 1,60m e quatro plantas por metro (Figura 02), com duas repetições. Em todos os tratamentos, as sementes adquiridas foram certificadas (tratadas), próprias para o plantio.

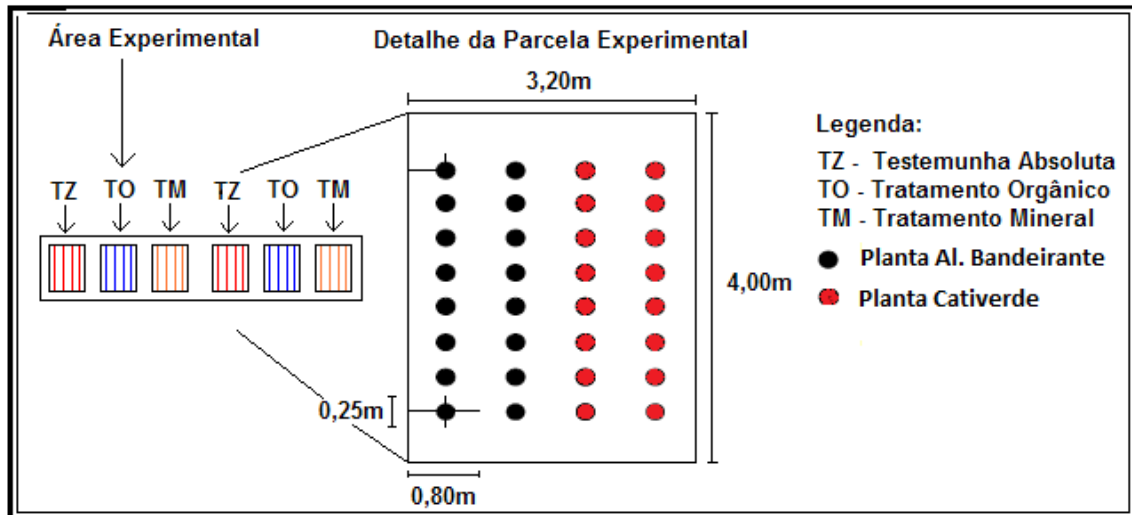


Figura 01 – Croqui do experimento e ampliação da parcela experimental com a disposição da cultura de milho.

FONTE: Teixeira Filho, 2010 adaptado por Beltrão, 2010.

Resultados Analíticos											
Ref. Lab.	Ref. Cliente	pH		P	K	Na	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al <sup>3+</sup>	MO
		H <sub>2</sub> O	-	mg.dm <sup>-3</sup>			cmol.c.dm <sup>-3</sup>			dag.Kg <sup>-1</sup>	
009	Professor Aristóteles	4,7	-	1	14	-	0,2	0,0	1,35	7,75	1,57
Análises Granulométricas											
Ref. Lab.	Argila (%)	Areia Total (%)			Silte (%)		Classe Textural				
	dag.Kg <sup>-1</sup>										
009	16,80	79,70			3,5		Média				

Quadro 4 – Resultado da análise física e química do solo da área experimental.

FONTE: LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE SOLO DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS, 24/11/2010.

### 3.3 Operações de preparo do solo

Limpeza da área experimental consistiu em capina, remoção da matéria orgânica e retirada de entulho, figura 2.



Figura 2 – Limpeza da área experimental.

FONTE: Patrick, 17/09/2010.

Houve o isolamento lateral da área com tela tipo sombrite com intuito de minimizar e/ou inibir a entrada de predadores tais como: pragas que praticam herbívoros e animais pastejadores (bovinos e equinos) que circundam o local do experimento (figura 3).



Figura 3 — Isolamento da área experimental.  
 FONTE: Patrick, 18/10/2010.

### 3.3.1 Calagem

A calagem feita foi em função da análise química de solo, ela é realizada para fazer a correção de acidez, para reduzir a acidez dos solos a níveis compatíveis com uma produção econômica necessita-se de métodos adequados que quantifiquem as doses de calcário a aplicar. Vários são os métodos utilizados e indicam quantidades diferentes de calcário para um mesmo solo e cultura. Utilizou-se o método de neutralização do alumínio trocável e/ou elevação dos teores de cálcio + magnésio, como segue para camada de 0 -20 cm:

A necessidade de calagem (NC) para se corrigir a acidez na camada de 0-20 cm, é calculada com base na seguinte fórmula:

$$NC = Y \times Al + [X - (Ca + Mg)], \text{ em t calcário.ha}^{-1}$$

Em que: o valor de Y é variável em função da textura do solo, sendo que: Y = valor 1, para solos arenosos (< 15% de argila); valor 2, para solos de textura média (15 a 35% de argila) e valor 3, para solos argilosos (> 35% de argila). O valor de X para a cultura do milho é 2,0.

O poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário utilizado foi de 90%. Para cada bloco de 12,8m<sup>2</sup> foram utilizados 5,11 kg de calcário dolomítico e aplicados em quatro blocos que receberam tratamento orgânico e mineral, figura 4. Após a aplicação foi feita a irrigação diária das parcelas, figura 5. Dando início ao processo de neutralização dos íons H<sup>+</sup> contidos na solução do solo, causadores de acidez, em função disso houve um atraso no cronograma de execução, porque o plantio que ia ser feito em dezembro de 2010, foi feito em janeiro de 2011, para que o processo de correção de solo tivesse êxito. O período recomendado é de 3 meses para a reação de correção do calcário com o solo, e posteriormente procedeu-se o plantio e aplicação do fertilizante mineral (adubação de plantio).



Figura 4 – Calagem.  
FONTE: Patrick, 22/09/2010.



Figura 5 – Irrigação.  
FONTE: Patrick, 10/11/2010.



### 3.3.2 Adubação

#### 3.3.2.1 Orgânica

A incorporação de adubo orgânico (cama de frango), nas parcelas foi baseado na recomendação da EMBRAPA, de aplicar 20 toneladas de adubo por hectare, para a produção de 9 toneladas de grão e 16 toneladas de matéria seca, baseado nesta recomendação foi aplicada 25,6 kg de adubo orgânico por bloco para este tratamento de acordo com a casualização.

#### 3.3.2.2 Mineral

Na adubação mineral foram utilizados o nitrogênio, o fósforo e o potássio, tendo com fonte uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. A quantidade aplicada de cada um deles foi baseada na análise química realizada no laboratório de solos da UFAM Manaus, quadro 04. A dosagem dos fertilizantes foi: 48 g.bloco<sup>-1</sup> de uréia; 448 g.bloco<sup>-1</sup> de superfosfato simples; e 684 g.bloco<sup>-1</sup> de cloreto de potássio.

As medidas foram realizadas em 2011 na estação chuvosa, nos meses de fevereiro a maio, porém, os dados foram tabulados até o mês de abril do corrente, vide quadro 5.

DAE	Cativerde	Al. Bandeirante
15	08/02/2011	01/03/2011
22	15/02/2011	08/03/2011
29	22/02/2011	15/03/2011
36	01/03/2011	22/03/2011
43	08/03/2011	29/03/2011
50	15/03/2011	05/04/2011
57	22/03/2011	12/04/2011
64	29/03/2011	19/04/2011
71	05/04/2011	26/04/2011

Quadro 5 – Cronograma de coleta e análise das amostras da cultura de milho.

Após o plantio as “irrigações” das parcelas foram feitas com regador manual de 15 L e mangueira de polietileno nas primeiras horas da manhã (6h00min) e no final da tarde

(17h00min), de modo a manter o solo com umidade disponível às plantas, porém sem causar encharcamento do mesmo.

### 3.3.3 Análise quantitativa do crescimento do milho

As análises foram realizadas segundo Watson (1952) e Blackman (1968). Esta consiste em extrair duas plantas de cada tratamento a cada 07 dias, de forma aleatória (Figura 02). Após coleta, as plantas foram acondicionadas em sacolas plásticas e encaminhadas ao laboratório, com o intuito de minimizar as perdas de umidade, em seguida foi retirada as folhas pesando-as imediatamente em balança com precisão de 0,1g, dessa forma, obtém-se o peso da folha úmida, bem como do caule e também das raízes. As folhas foram decalcadas em papel (cartolina), que foi comparada ao peso padrão de um recorte (cartolina) de 100 cm<sup>2</sup>, a exemplo da anterior. Os decalques também foram pesados, como segue: massa caulinar úmida (MCU), a massa foliar úmida (MFU), o peso padrão e os pesos dos decalques. Posteriormente, foi feito o cálculo, como segue:

$$\text{Peso Padrão (g)} \text{ ----- } 100\text{cm}^2$$

$$\text{MFU (g)} \text{ ----- } X \text{ cm}^2$$

Esse cálculo expressa o valor da área foliar da planta coletada. As partes da planta (folhas, caule e raízes) foram acondicionadas, separadamente, em sacos de papel e em seguida colocados em estufa, onde permaneceram durante um período de 48 horas a 85 °C. Após retirar o material da estufa, deixou repousar no dissecador para esfriar e depois pesar obtendo a massa foliar seca (MFS) e massa caulinar seca (MCS), foi feito os cálculos dos índices fisiológicos, de acordo com Benincasa (2003):

### 3.3.3.1 Área foliar (Af)

Determinada com um medidor de área foliar, modelo LI-300, e expressa em decímetros quadrados. A área foliar média foi definida como o produto da soma das medidas individuais das áreas de todas as lâminas foliares de cada planta por repetição.

### 3.3.3.2 Massa de matéria seca total (MST)

A massa de matéria seca total correspondeu à soma das massas de todos os órgãos existentes, em cada coleta, sendo definida como a média das massas.

### 3.3.3.3 Razão de área foliar (RAF)

A razão de área foliar ( $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ ) expressa a área foliar útil para fotossíntese e foi definida como o quociente entre a área foliar (Af), área responsável pela interceptação de energia luminosa e a massa seca total (MST), resultado da fotossíntese.

$$RAF = AF/MST$$

### 3.3.3.4 Área foliar específica (AFE)

É o componente morfológico e anatômico da RAF porque relaciona a superfície (AF) com o peso da massa seca das folhas (MSF).

$$AFE = AF/MSF$$

### 3.3.3.5 Taxa assimilatória líquida (TAL)

A taxa assimilatória líquida ( $\text{g cm}^{-2} \text{dia}^{-1}$ ) expressa a taxa de fotossíntese líquida, em termos de massa seca produzida. Foi obtida pela equação:

$$TAL = \frac{P2 - P1 \cdot \ln A2 - \ln A1}{t2 - t1 \cdot A2 - A1}$$

Em que:  $p_1$  = peso massa seca da amostra anterior;  $p_2$  = peso da massa seca da amostra analisada;  $t$  = tempo em dias;  $\ln$  = logaritmo neperiano;  $A_1$  = área seca foliar da amostra anterior;  $A_2$  = área seca foliar da amostra analisada.

### 3.3.3.6 Taxa de crescimento relativo (TCR)

A taxa de crescimento relativo ( $\text{g dia}^{-1}$ ) de uma planta ou qualquer órgão da planta reflete o aumento da matéria orgânica em um intervalo de tempo, dependente do material pré existente. Essa taxa será calculada pela equação:

$$TCR = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1}$$

Em que:  $p$  = peso massa seca;  $t$  = tempo em dias; 1 e 2 = amostras sucessivas;  $\ln$  = logaritmo neperiano.

### 3.3.3.7 Taxa de crescimento absoluto (TCA)

A taxa de crescimento absoluto é a variação ou o incremento do crescimento em gramas por dia entre duas amostragens ao longo do ciclo. Essa taxa foi calculada pela equação:

$$TCA = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1}$$

Em que:  $p$  = peso massa seca;  $t$  = tempo em dias; 1 e 2 amostras sucessivas.

Após os cálculos dos índices fisiológicos, os dados foram tabulados no software minitab14, obedecendo ao sistema fatorial 3 x 2, para verificar qual das interações dos tratamentos obteve o melhor desempenho.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Análise e interpretação fisiológica**

Os gráficos que seguem tratam da análise quantitativa do crescimento da cultura do milho para os tratamentos: testemunha absoluta, orgânico e mineral, para as duas cultivares trabalhadas Al. Bandeirante e Cativeerde.

O Gráfico 02, mostra a área foliar das cultivares Cativeerde e Al. Bandeirante sobre o efeito do tratamento mineral, em que é possível observar a tendência no crescimento da cultura, havendo uma pequena queda por volta dos 45 DAE para a cultivar Cativeerde, essa queda se deu pelo ataque de pragas tais como gafanhotos e cigarrinhas, em que estas comeram parte da folha no período inicial de desenvolvimento, época em que as plantas estão mais tenras e susceptível ao ataque dessas pragas, outro motivo que pode ter acometido esta queda é que as análises eram feitas de forma casualizada (sorteadas). Apesar dos fatos apontados, a cultivar Cativeerde apresentou área foliar maior quando comparado com a cultivar Al. Bandeirante no tratamento mineral. Ainda, nota-se claramente na tabela 1, que a cultivar Cativeerde obteve melhor desempenho que a cultivar Al. Bandeirante nos tratamentos testados.

A cultivar Al. Bandeirante obteve crescimento mais lento da área foliar quando comparada a cultivar Cativeerde, uma hipótese pode ser o fato desta cultivar ter menor potencial genético para as condições ambientais da região onde foi realizado o experimento, tendo em vista que ela foi submetida ao mesmo tratamento, período, local e tratos culturais da cultivar Cativeerde. Ferri (2007), versa quanto maior a área foliar e mais rápido ela atingir seu máximo, maior será a capacidade de realizar fotossíntese e com isso maior produção de fotoassimilados, resultando em maior produto final (grão ou forragem). Mostrando a relação entre a área foliar e o tempo, ratificando que a Af aumenta com a idade da planta de forma sigmoidal, ou seja, existe um período inicial em que o crescimento é lento, seguido de uma

fase de aumento de tamanho determinando maior expansão foliar, resultando então em maior eficiência fotossintética (BASCUR *et al.*,1985) e acúmulo de fotoassimilados.

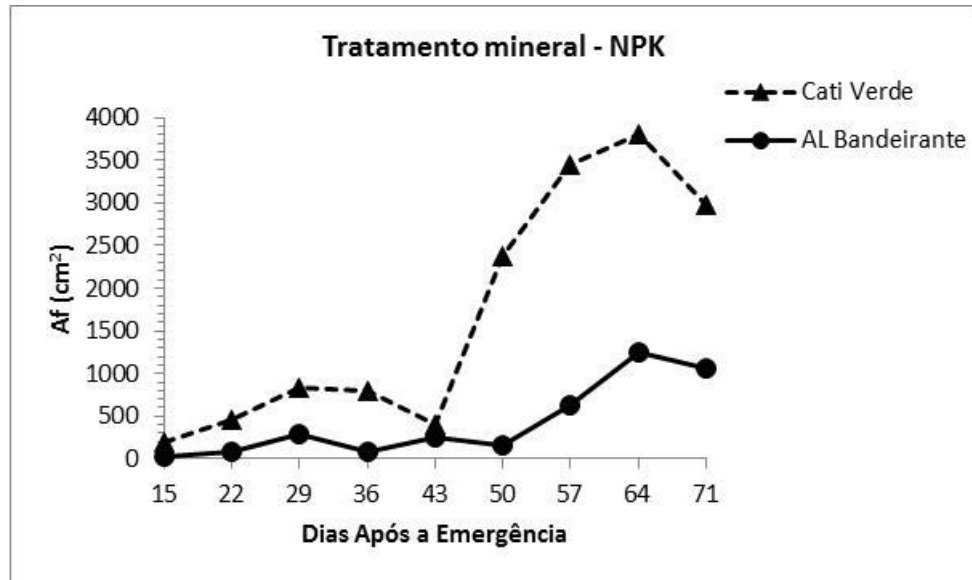


Gráfico 02 - Área foliar das cultivares Cativerde e Al. Bandeirante no tratamento mineral.

O gráfico 02, expressa a área foliar das cultivares Cativerde e Al. Bandeirante sobre o efeito do tratamento orgânico. Pode-se ratificar no gráfico que neste tratamento houve um desenvolvimento normal da curva de crescimento da cultura para as duas cultivares, em que ela chega ao máximo do seu crescimento por volta dos 50 DAE na Cativerde e aos 60 DAE na Al. Bandeirante e em seguida começa a decrescer a área foliar, isso se dá pelo fato de que a cultura nasce, cresce, reproduz e morre. Então aos 50 e 60 DAE a planta está se preparando para a fase de reprodução, em que começa a fazer a maturação dos seus gametas, destinando assim seus fotoassimilados para a reprodução e não para seu crescimento. Entre os tratamentos testados este apresentou melhor desempenho para a cultivar Al. Bandeirante, enquanto que para a cultivar Cativerde este tratamento foi o segundo melhor. O composto orgânico quando utilizado de forma isolada ou associada a adubos minerais, possui propriedades altamente benéficas ao solo, tais como: retenção de umidade, fornecimento de nutrientes, ativação da microbiota do solo, melhoria da textura e estrutura dentre outras (SOUZA *apud* PREZOTTI,

1997). Isso pode justificar a melhor resposta da cultivar Al. Bandeirante neste tratamento, quando comparado ao tratamento mineral desta mesma cultivar.

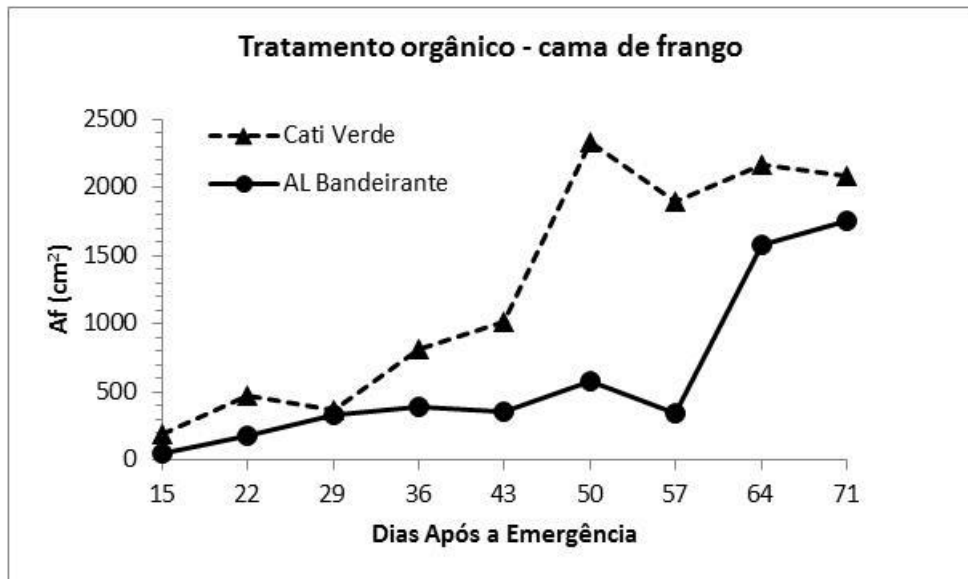


Gráfico 03 – Área foliar das cultivares Cati Verde e Al. Bandeirante, no tratamento orgânico.

O gráfico 03, mostra o gráfico da área foliar das cultivares Cati Verde e Al. Bandeirante sobre o efeito do tratamento testemunha absoluta, este tratamento quando comparado com os demais testados neste experimento, observou-se que ele teve uma menor produção de área foliar, e essa baixa produção se deu pelo fato de solo da área experimental ser pobre em micro e macronutrientes essenciais a cultura (quadro 4), bem como a elevada acidez do solo, que tem um pH de 4,7 determinando assim um solo ácido e nesta faixa de pH os nutrientes não se encontram disponíveis a absorção pelas plantas através do sistema radicular. A oscilação no gráfico se deu pelos mesmos fatores das demais, que foi a incidência de pragas no experimento. Neste tratamento as duas cultivares tiveram crescimento similares, não houve distinção na área foliar produzida. Deixando bem claro assim que a cultivar Cati Verde apresenta uma melhor predisposição para seu cultivo nesta região desde que se faça uma correção e fertilização do solo, porém em condições naturais a Cati Verde não apresenta uma boa eficiência na sua capacidade produtiva tornando-se similar a produção da cultivar Al. Bandeirante. Isso demonstra uma oscilação no desenvolvimento, bem como um baixo

crescimento na área foliar isso ocorreu em função de não haver adicionado ao solo nenhum tipo de nutriente para o desenvolvimento da cultura daí o motivo para a baixa produção de área foliar para este tratamento, e essa baixa produção se aplica as duas cultivares, e a oscilação se deu pelo ataque de insetos como lagarta, gafanhoto e cigarrinha, além disso o solo da área utilizada foi o de textura média, conforme o triângulo textural da EMBRAPA, com cerca de 79,90% de areia, e isso pode ter sido um fator muito limitante no processo produtivo para este tratamento, pois além deste tipo de solo ter capacidade de retenção de água a quantidade de nutrientes contidos nele é muito baixa de micro e macronutrientes essenciais ao desenvolvimento e produção da cultura.

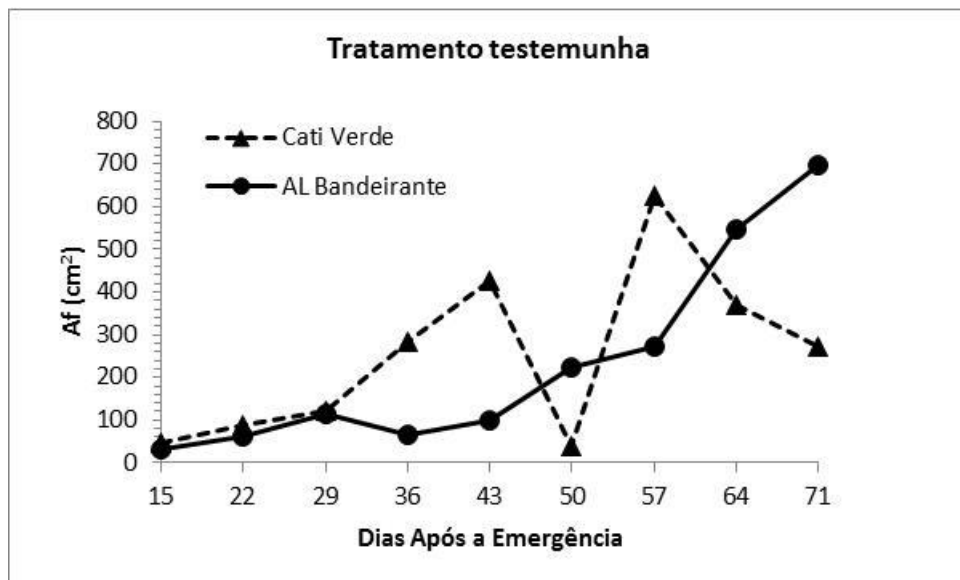


Gráfico 04 - Área foliar das cultivares Cati Verde e AL Bandeirante no tratamento testemunha.

Após um período de crescimento intensivo, ocorre uma queda drástica nos valores do Af que leva a crer que a planta estaria no fim de seu ciclo e senescência de folhas, ainda quanto ao ataque de pequenas pragas que corroboraram para a diminuição do índice foliar levando até mesmo a diminuir.

A taxa assimilatória líquida, expressa o balanço entre a fotossíntese e a respiração, sendo mais influenciada pelas condições climáticas do que pelo potencial genético do vegetal.



Esses fatores ambientais podem ser evidenciados nos gráficos 5, 6 e 7, nos tratamentos testados.

No gráfico 05, nota-se que houve um aumento da TAL para o tratamento mineral cultivar Cativeverde até aos 15 DAE em seguida houve uma queda, isso pode ter ocorrido em função do ataque de pragas, assim houve uma redução na área foliar em consequência disso a redução na TAL, aos 40 DAE houve novamente o crescimento da TAL, obedecendo a curva normal para a cultura. A avaliação aos 45 DAE mostrou um pico da TAL, onde ela alcançou seu máximo, e nas três últimas avaliações, houve uma redução brusca, o que se explica pelos decréscimos subsequentes com o desenvolvimento fenológico da cultura, decorrentes do surgimento de tecidos e estruturas não assimilatórias, além do auto-sombreamento, secamento e queda de folhas com a idade da planta. Esse comportamento da TAL também foi observado por Lopes et al. (1982), Urchei (1992). A cultivar Al. Bandeirante sobre o efeito deste tratamento, foi possível verificar uma oscilação onde há crescimento e decréscimo no decorrer da linha de assimilação, devido a menor quantidade de área foliar, logo houve uma menor taxa de assimilação, tendo em vista que a área foliar é o aparelho assimilatório da cultura, sendo este responsável por todo processo produtivo.

A taxa de assimilação líquida das cultivares Al. Bandeirante e Cativeverde no tratamento orgânico pode ser observada no gráfico 06, em que neste tratamento as duas cultivares obtiveram respostas similares, a cultivar Al. Bandeirante submetido ao tratamento orgânico, obteve uma pequena vantagem na TAL sobre a cultivar Cativeverde, as variações na linha TAL pode ter ocorrido devido a variação na área foliar das duas cultivares, essa oscilação varia de acordo com o tamanho da área foliar e o tempo que ela permanece ativa.

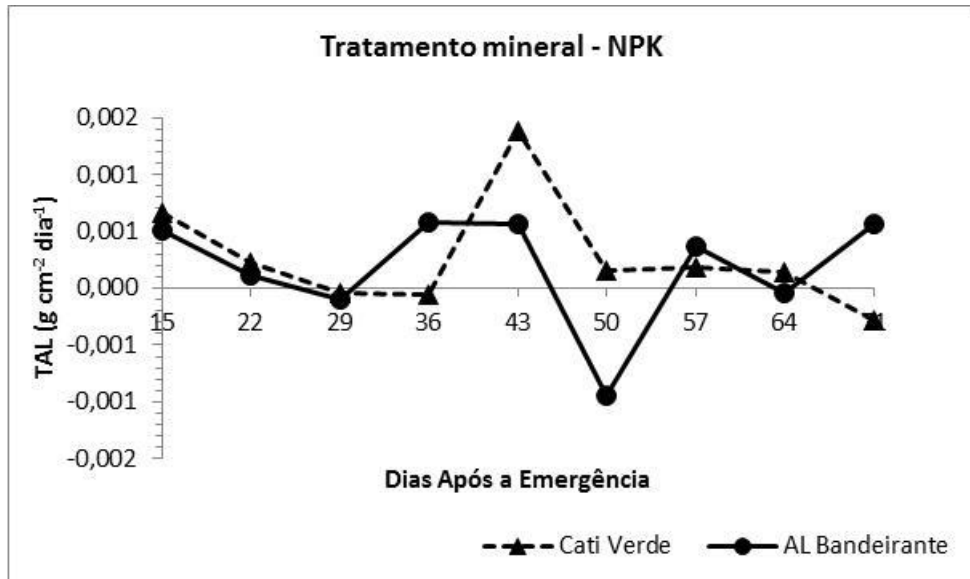


Gráfico 05 - TAL das cultivares Cati Verde e Al. Bandeirante no tratamento mineral.

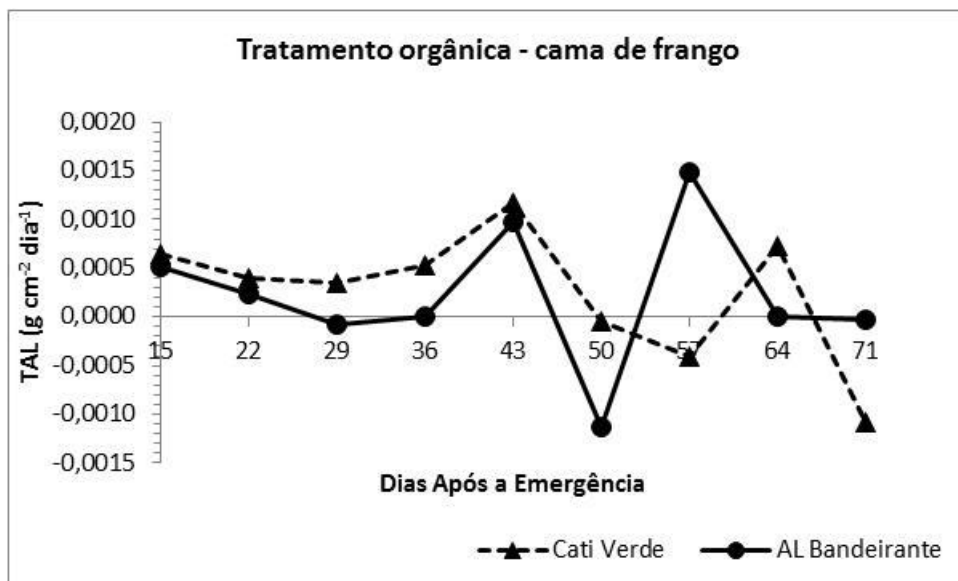


Gráfico 06 – TAL das cultivares Al. Bandeirante e Cati Verde no tratamento orgânico.

O gráfico 07, mostra a TAL das cultivares Al. Bandeirante e Cati Verde da testemunha absoluta, nele é possível observar um pico máximo da TAL aos 50 DAE na cultivar Cati Verde, período em que a cultura atinge seu crescimento total e é neste momento que ela atinge sua capacidade máxima de assimilação. A TAL da cultivar Al. Bandeirante submetida ao tratamento testemunha absoluta, observou-se um desuniformidade na TAL neste

tratamento, isso pode ter ocorrido em função da variação da área foliar e ainda deficiência de minerais essenciais a cultura no solo. A TAL, de acordo com Magalhães (1986) é influenciada por dois fatores: a taxa de aumento de crescimento por unidade de tempo e unidade de área foliar denomina taxa de assimilação aparente (TAA). O segundo é definido pela razão de área foliar, que é definida pela relação entre área foliar e o peso seco da planta.

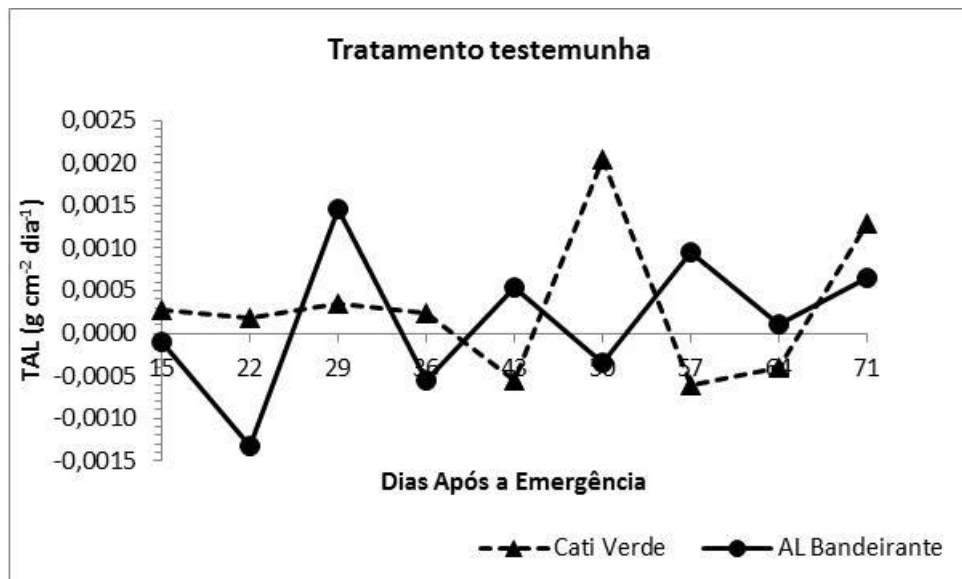


Gráfico 07 - TAL das cultivares Al. Bandeirante e Cativeverde no tratamento testemunha.

A razão de área foliar (RAF) é um componente morfofisiológico do crescimento, pois expressa a razão entre a área foliar (responsável pela interceptação luminosa) e a massa seca total (resultado da fotossíntese) e representa a área foliar usada pela planta para produzir uma unidade de massa seca (BENINCASA, 1988). Para RODRIGUES (1982), a razão de área foliar representa a dimensão relativa do aparelho fotossintético, sendo inclusive apropriado à avaliação dos efeitos genotípicos vegetais. BENINCASA (1988) relata que a RAF expressa a área foliar útil para a fotossíntese, constituindo-se num índice morfológico.

Analisando a RAF (gráfico 08) da cultivar Al. Bandeirante sobre o efeito do tratamento mineral foi possível ratificar uma anormalidade na curva de especificidade quando comparada a cultivar Cativeverde, em que obtém uma curva da RAF mas específica, a área

foliar útil para a fotossíntese, decresce com o desenvolvimento das plantas de milho, coincidindo com o relatado por Koller et al. (1970); Lopes et al. (1982); Urchei (1992). Isto se justifica, possivelmente, por causa do sombreamento de folhas superiores em folhas inferiores, diminuindo, assim, a taxa fotossintética, além do surgimento de tecidos e estruturas que são drenos altamente competitivos (órgãos reprodutivos). Sendo a RAF a razão relativa do aparelho fotossintetizante, quanto maior for a razão melhor será a cultura e o tratamento testado( referenciar).

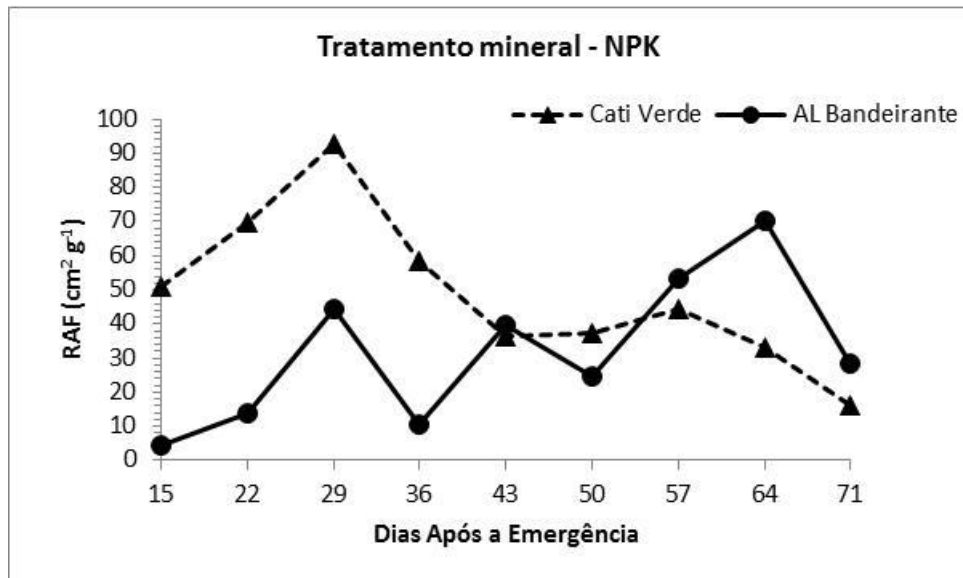


Gráfico 08 - RAF das cultivares Al. Bandeirante e Cati Verde no tratamento mineral.

A RAF da cultivar cativeverde sobre o tratamento orgânico (gráfico 09) mostra um crescimento em seguida uma queda brusca por volta dos 20 DAE e continua a decrescer ao longo do desenvolvimento da cultura, obedecendo a curva normal da RAF para a planta, segundo Koller et al. (1970); Lopes et al. (1982); Urchei (1992). O gráfico da RAF da cultivar Al. Bandeirante é possível observar um crescimento constante e depois aos 50 DAE, há uma queda na RAF. A cativeverde neste tratamento obteve melhor desempenho na relação de área foliar fotossinteticamente ativa.

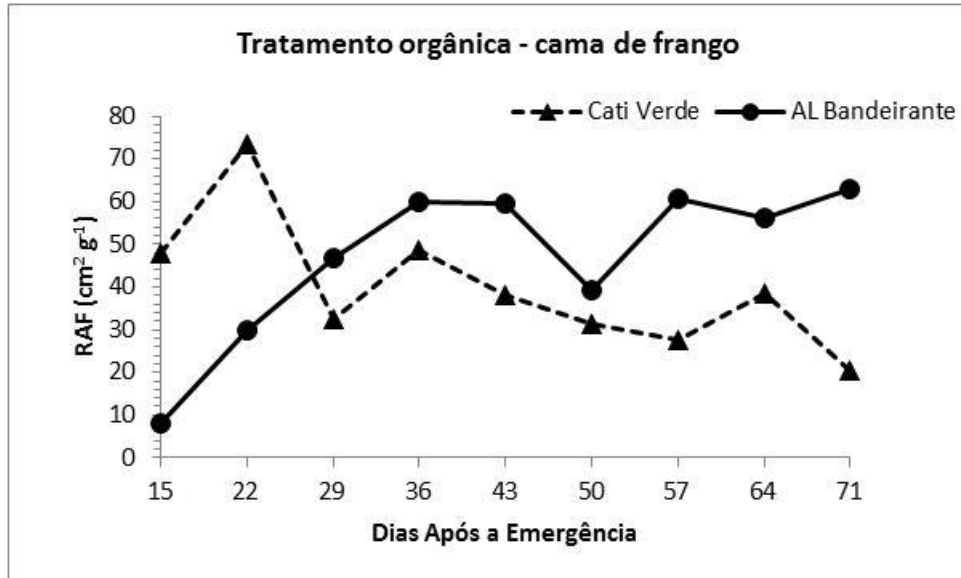


Gráfico 09 - RAF das cultivares Al. Bandeirante e Cati Verde no tratamento orgânico.

O gráfico 10, mostra a RAF das cultivares no tratamento testemunha absoluta, e mostra o crescimento na linha da especificidade da cultura e depois aos 35 DAE, há uma queda na RAF, como pode-se observar na cultivar Cati Verde, obtendo uma maior RAF do que a cultivar Al. Bandeirante no tratamento orgânico e também na testemunha absoluta. A RAF da cultivar Cati Verde neste tratamento teve melhor desempenho que o do tratamento orgânico, isso pode ser explicado pelo fato de que nem sempre a cultura que tiver maior área foliar vai ter maior RAF, isso pelo simples fato da RAF ser um componente morfofisiológico do crescimento, pois ela expressa a razão entre a área foliar, que é a responsável pela interceptação luminosa e a massa seca total, que é o resultado da fotossíntese, e ela representa a área foliar usada pela planta para produzir uma unidade de massa seca (BENINCASA, 1988). Logo, as folhas que estão na parte superior das plantas obtêm maior captação de energia solar, enquanto que as folhas que estão na parte inferior não recebem esta energia para transformá-las em matéria seca.

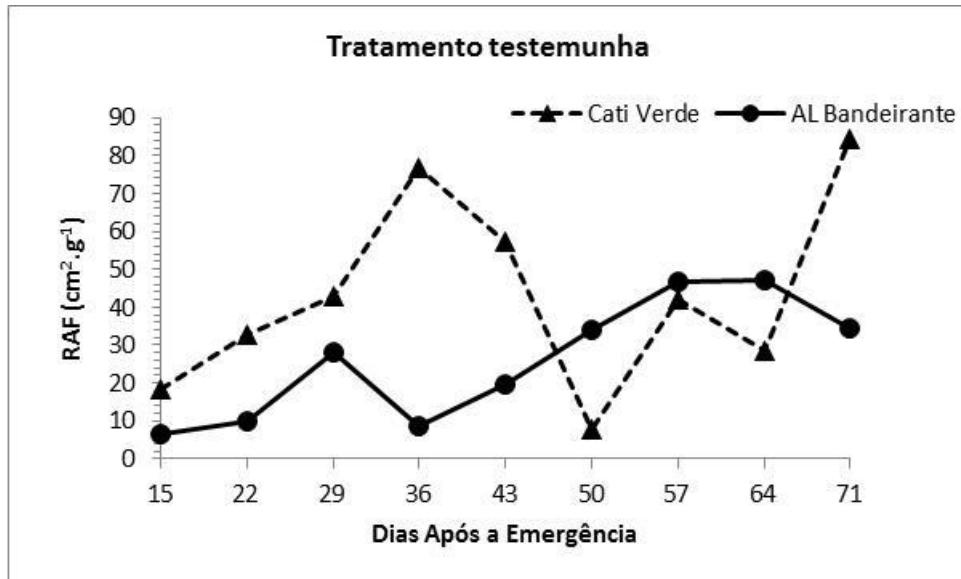


Gráfico 10 – RAF das cultivares Al. Bandeirante e Cati Verde no tratamento testemunha.

O IAF máximo, obtido pelas curvas ajustadas em todos os tratamentos, ocorreu entre 45 a 65 DAE, até o início do estágio de florescimento. O IAF crítico para a cultura do milho encontra-se dentro dos limites de 3 a 5, observados por (BOEDHRAM et al., 2001) e (SÁ et al., 2002). As curvas ajustadas do IAF e seus respectivos valores máximos confirmam que o milho teve melhor desenvolvimento no tratamento mineral, que possibilitou maior expansão das folhas, implicando elevação do IAF. As curvas da taxa de crescimento da cultura (TCC) em função do tempo, para os diferentes tratamentos, evidenciam menor acúmulo e produção de matéria seca de plantas de milho no tratamento testemunha absoluta, o que concorda com os resultados obtidos de matéria seca total e área foliar.

Gráfico 11, apresenta o IAF e TCC para as cultivares Al. Bandeirante e Cati Verde sobre a decorrência do tratamento mineral, e é possível observar que o IAF está diretamente relacionado a TCC, quanto maior for o IAF maior é o TCC, a interação da cultivar cativeverde com a adubação mineral, é a que teve melhor desempenho segundo a análise dos dados, pois ela apresentou um maior IAF e TCC, logo obteve melhor resposta. O IAF e a TCC para a cultivar Al. Bandeirante sobre influência do tratamento mineral demonstra uma variação no

IAF havendo uma queda aos 40 dias, enquanto que a TCC segue uma linha de crescimento começando a senescer por volta dos 50 DAE, época em que ocorre a maturação sexual, nesta fase a planta para de desenvolver para direcionar seus fotoassimilados para a perpetuação da espécie ( fase reprodutiva). A Al. obteve menor TCC e IAF que a cultivar Cativeverde, ratificando a ineficiência desta cultivar, para o plantio nesta condições ambientais e solo em que as duas cultivares foram submetidas e testadas.

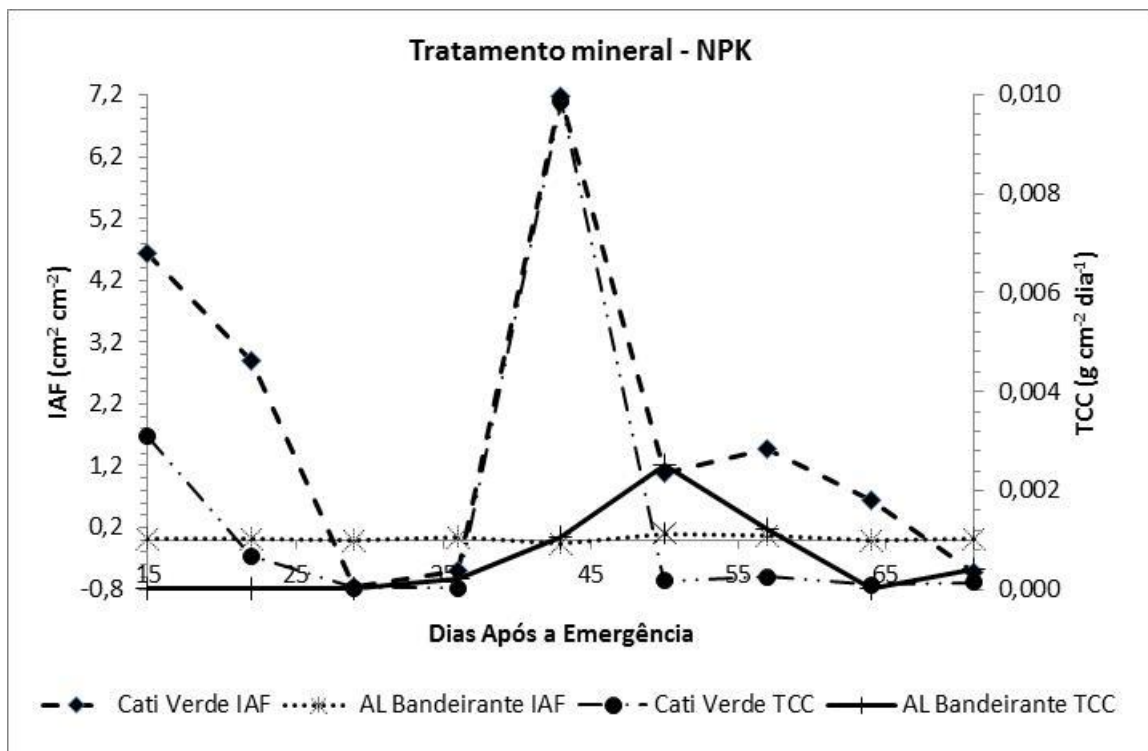


Gráfico 11 – IAF e TCC das cultivares Al. Bandeirante e Cativeverde no tratamento mineral.

Gráfico 12, apresenta o IAF e TCC para a cultivar Cativeverde sobre o efeito do tratamento orgânico, verifica-se que a cativeverde demonstra melhor resultada neste dois índices mostrado, mesmo a Al. Bandeirante apresentando um pico maior quantidade produzida total da Cativeverde é maior. A Figura 28, mostra o IAF e TCC da cultivar Al. Bandeirante sobre o efeito do tratamento orgânico houve um pico aos 57 DAE tanto para IAF quanto para TCC, porém este pico não foi o suficiente para expressar melhor desempenho sobre a cativeverde.

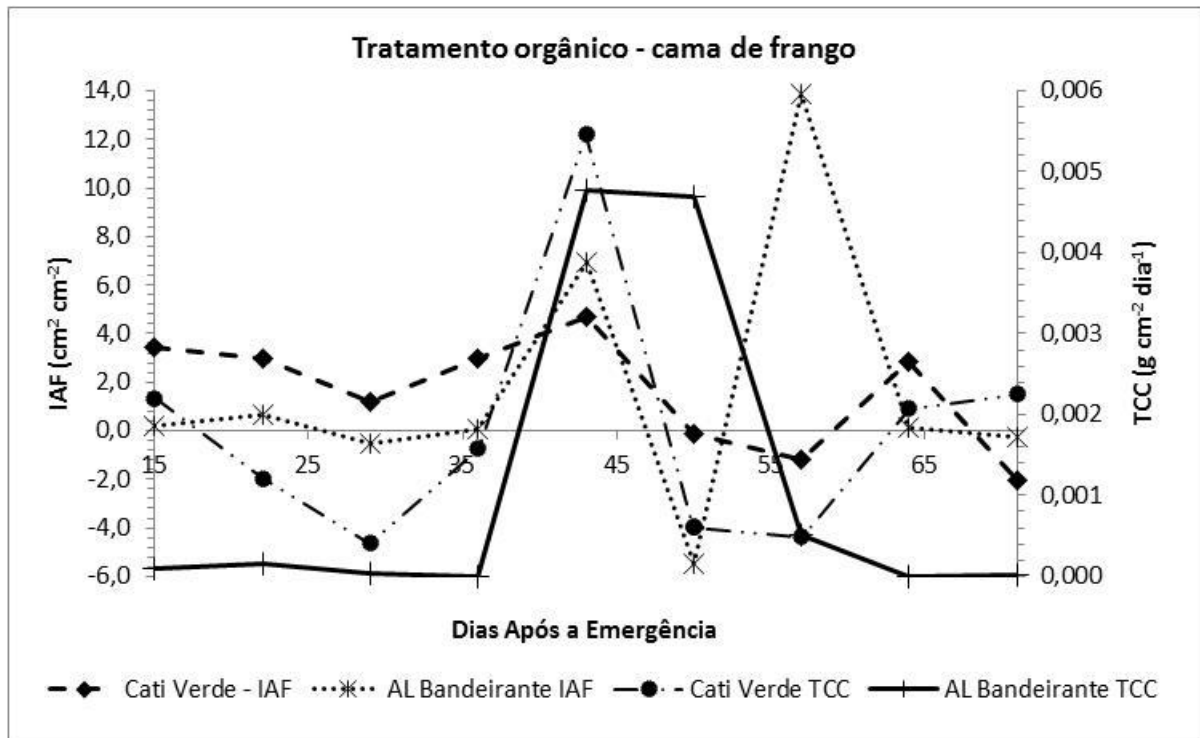


Gráfico 12 – IAF e TCC das cultivares Al. Bandeirante e Cativeverde no tratamento orgânico.

O gráfico 13 mostra o IAF e TCC das cultivares Cativeverde e Al. Bandeirante, sobre o efeito do tratamento testemunha absoluta, em que é possível observar um melhor desempenho da cultivar Cativeverde neste tratamento, a mesma apresenta melhor desempenho em todos os índices fisiológicos quando comparada com a Al. Bandeirante, a deficiência de nutrientes (quadro 4) foi um fator bem limitante para um melhor desempenho produtivo das duas cultivares, isso porque os minerais são essenciais no desenvolvimento, estruturação e fazem parte do metabolismo da planta em falta as plantas não conseguem expressar seu máximo potencial produtivo.



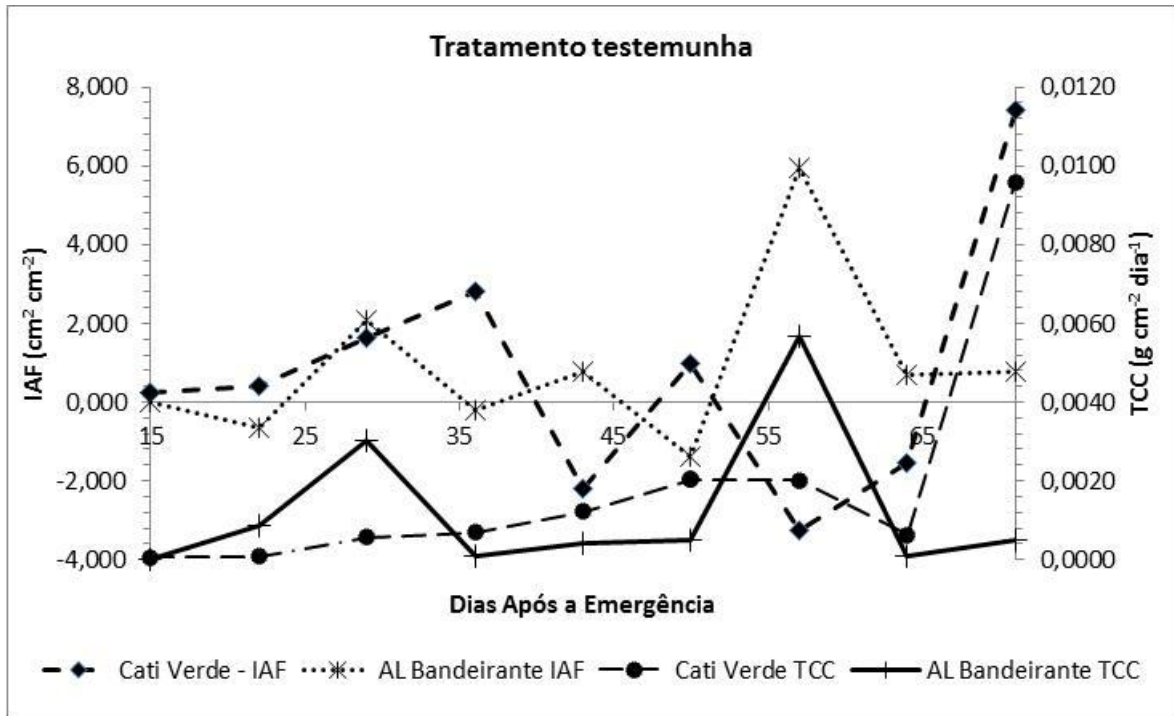


Gráfico 13 – IAF e TCC das cultivares Al. Bandeirante e Cativeverde no tratamento testemunha.

#### 4.2 Análise estatística dos tratamentos

A tabela 1, mostra a produtividade de matéria seca de  $9,88 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  para esta interação adubo mineral e cativeverde. Esse resultado está na média comparando com os dados obtidos por outros autores, que observaram valores de produtividade de MS variando de  $8,0$  a  $23,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  para a cultura do milho (Fonseca et al., 2002; Vasconcelos et al., 2005). Para interação adubo mineral e Al. Bandeirante, obteve-se valores inferiores para a produção de MS, em que teve  $2,3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  de MS, isso pode ter ocorrido devido a genética desta cultivar não ser propícia a sua plantação nestas condições, tendo em vista que o solo é franco arenoso, onde a drenagem é bastante elevada, bem como os nutrientes adicionados ao solo podem ter sido lixiviados em função da baixa capacidade de retenção de nutrientes. O fator genético pode ser levado em consideração, pelo fato de as duas cultivares estarem sobre a mesma condição de manejo e a cultivar cativeverde ter melhor desempenho.

Para a interação adubo orgânico e cativerde, pode-se observar uma produção de 6,05 t.ha<sup>-1</sup>, confirmando os dados obtidos pela Embrapa milho e sorgo que esta entra 4,5 a 16 t.h<sup>-1</sup>.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma de quadrado	Quadrado médio	Fc	p-valor
Cultivar	1	7,948	7,94	81,35	0,000sig
Tratamento	2	3,989	1,995	20,42	0,000sig
Cultivar*tratamento	2	0,2935	0,1468	1,5	0,249nsig
Erro	18	1,759	0,067		
Total	23	13,989			

Tabela 01: Análise de variância para o esquema fatorial 2\*3.

A tabela 1, mostra o resultado significativo para a cultivar e para o tratamento, evidenciando assim que esses fatores agem de forma independentes, já a interação destes fatores mostra um resultado não significativo.

A cultivares Cativerde e Al. Bandeirante diferem entre si em relação ao peso, nota-se um melhor desempenho do peso na cativerde, para os tratamentos orgânico e mineral não se diferiram entre si, porem eles se diferem da testemunha absoluta, em 5% de significância, tabela 02. A variedade cativerde pode-se observar teve melhor desempenho que a cultivar Al. bandeirante em todos os tratamentos, quando comparado as cultivares com sobre os mesmos tratamentos. Quanto aos tratamentos pode-se observar que o mineral e o orgânico não diferiram entre si, isso foi em função, do tratamento mineral da cultivar Al. bandeirante ter sido inferior ao tratamento orgânico da Al. bandeirante e da cativerde, onde pode ser observado na tabela 03.

<b>Variedades</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio padrão</b>
Al. Bamdeirante	40,44 a	23,07
Cativerde	127,4 b	65,3
<b>Tratamento</b>		
Mineral	122,2 a	85,4
Orgânica	87,6 a	49,8
Testemunha	41,9 b	23,07

Tabela 02: Comparação de médias para os tratamentos significativos, teste de Tukey.

Nota: Letras diferentes diferem entre si a 5% de significância.

<b>Tratamento</b>	<b>Médias</b>
Mineral	122,1
Orgânica	87,63
Testemunha	41,90
<b>Cultivar</b>	
Al. Bandeirante	40,44
Cativerde	127,36
<b>Tratamento*cultivar</b>	
Mineral*Al. Bandeirante	46,61
Mineral*Cativerde	197,73
Orgânica*Al. Bandeirante	53,63
Orgânica*Cativerde	121,64
Testemunha*Al. Bandeirante	21,07
Testemunha*Cativerde	62,72

Tabela 03: Média das Interações Tratamento e cultivar.

## 5 CONCLUSÃO

A determinação da área foliar é importante porque as folhas são as principais responsáveis pela captação de energia solar convertendo-a na produção de matéria orgânica pela fotossíntese.

A cultivar cativerde obteve melhor desempenho em relação a Al. Bandeirante em todos os tratamentos.

Dentre os tratamentos testados com as duas cultivares, o mineral sobressaiu quando submetido a cultivar cativerde, seguido pelo tratamento orgânico.

O desenvolvimento da cultura foi melhor quando submetido ao tratamento mineral, seguido do tratamento orgânico, sendo que a cultivar Cativerde teve desempenho melhor que a cultivar Al Bandeirante.

## REFERÊNCIAS

ALDRICH, S.R.; SCOTT, W.O.; LENG, E.R. Modern corn production. **2.ed. Champaign: A& L Publication, 1982. 371 p.**

AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J. & FERNANDES, S.B.V. Leguminosas e adubação mineral como fontes de suprimento de nitrogênio ao milho em sistemas de preparo do solo. R. Bras. Ci. Solo, 24:179-189, 2000.

ANDRADE, F.H. Analysis of growth and yield of maize, sunflower and soybean grown at Balcarce, Argentina. Field Crops Research, 41:1-12, 1995.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas:** noções básicas. aboticabal:

FUNEP, 1988. 42p.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas:** noções básicas. Jaboticabal: Funep, 2003. 41p.

BERTRAND, M. Mécanismes de l'élaboration du nombre de graines du maïs. Valeur prédictive d'indicateurs écophysologiques. Thèse Dr. Institut National Agronomique, Paris-Grignon. 185p. 1991.

BOEDHRAM, N.; ARKEBAUER, T.J.; BATCHELOR, W.D. Season-long characterization of vertical distribution of leaf area in corn. **Agron. J.**, v.93, p.1235-42, 2001.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. p.21-54.

FERRI,M.G; **Fisiologia vegetal 1**, 2º edição, pedagógica e universitária LTDA. São Paulo, 2007.

FONSECA, A.H.; VON PINHO, R.G.; PEREIRA, M.N. et al. Desempenho de cultivares de milho em relação às características agrônômicas, químicas e degradabilidade da silagem. **Revista Ceres**, v.49, n.282, p.109-122, 2002.

FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 273 p

GARCIA, G.O.; FERREIRA P. A.; MIRANDA G. V.; OLIVEIRA, F.G.; SANTOS, D.B. Índices fisiológicos, crescimento e produção do milho irrigado com água salina. II Tiga, Botucatu, v. 12, n. 3, p. 307-325, julho-setembro, 2007.

HUNT, R. Growth analysis, individual plants. In: THOMAS B, MURPHY D.J.; MURRAY D. (eds.) **Encyclopaedia of Applied Plant Sciences**. London: Academic Press. p.579-588, 2003.

KEENEY, D.R. Nitrogen management for maximum efficiency and minimum pollution. In: STEVENSON, F.J. Nitrogen in agricultural soils. Madison, Soil Science Society of America, 1982. p.605-649.

KLAR, .S.R Transpiração. In: KLAR, .S.R. A água no sistema solo-planta-atmosfera. São Paulo: Nobel, 1984. p. 347-385.

KOLLER, H.R.; NYQUIST, W.E.; CHORUSH, I.S. Growth analysis of the soybean community. **Crop Science**, Madison, v.10, p.407-11, 1970.

LAMBERS, H. 1987. Does variation in photosynthetic rate explain variation in growth rate? *Netherlands J. Agric.Sci.*,35:505-519.

LAMBERS, H., FREIDJSEN, N. POORTER, H. et al. 1989. Analysis of growth based on net assimilation rate and nitrogen productivity. Their physiological background. In: Lambers, H. et al. *Causes and consequences of variation in growth rate and productivity of higher plants*. Hague: Netherlands. p.1-17.

LAZZAROTTO, C. *et al.* Épocas de semeadura e zoneamento agrícola. In: EMBRAPA. **Milho**: informações técnicas. Dourados: EMBRAPA – CPAO, 1997. p. 86-100.

LOPES, N.F. et al. Análise de crescimento e conversão da energia solar em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) submetido a três níveis de densidade do fluxo radiante. **Revista Ceres**, Viçosa, v.29, n.166, p.586-606, 1982.

LOPES, João Paulo. Análise de crescimento e trocas gasosas em plantios direto e convencional de milho e soja. 2008. 50f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola) – Pós-Graduação – IAC.

MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa de crescimento. In: FERRI, M.G. Fisiologia vegetal. São Paulo: EPU/EDUSP, 1986. v. 1, p. 331-350.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; CARNEIRO, N.P.; EDILSON, P. Fisiologia do Milho. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2002. (EMBRAPA-CNPMS. Circular técnica, 22).

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; PAIVA, E. Fisiologia da planta de milho. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1995. 27 p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 20).

MAKISHIMA, N. “Cultivares” – sistema de produção – EMBRAPA. Disponível em:

MOURA, Emanuel Gomes de, et al. Crescimento e produtividade da cultura do milho (*Zea mays* L.) submetido a vários intervalos de irrigação, na região da pré-Amazônia. Irriga, Botucatu, v. 11, n. 2, p. 169-177, abril-junho, 2006.

PEIXOTO, C.P.; CERQUEIRA, E.C.; FILHO, W.S.S.; NETO, M.T.C.; LEDO, C.A.S.; MATOS, F.S.; OLIVEIRA, J.G. Análise de crescimento de diferentes genótipos de citros cultivados sob déficit hídrico. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal – SP, v.28, n. 3, p. 439-443.

ROBSON, M.J. 1973. The growth and development of simulated swards of perennial ryegrass. II – Carbon assimilation and respiration in a seedling sward. *Annals of Botany*, 37(151):501-518.

SÁ, M.; RAMALHO, M.A.P.; SOBRINHO, F.S. Aspectos morfológicos e fisiológicos de cultivares modernos e antigos de milho. **Ciênc. Agrotec.**, v.26, n.5, p.1082-91, 2002.



VASCONCELOS, R.C.; VON PINHO, R.G.; REZENDE, A.V. et al. Efeito da altura de corte das plantas na produtividade de matéria seca e em características bromatológicas da forragem de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.6, p.1139-1145, 2005

SEVERINO, L.S.; CARDOSO, G.D.; VALE, L.S.; SANTOS, J.W. Método para determinação da área foliar. *Algodão*, v. 55, p. 20, Jan., 2005. Campina Grande, PB.

SILVA, A.R.B. **Comportamento de variedades/híbridos de milho (*Zea mays* L.) em diferentes tipos de preparo de solo**. 2000. 65f. Dissertação (Mestrado) “ Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

SOUZA, J.L. de; PREZOTTI, L.C. Estudos de solos em função de diversos sistemas de adubação orgânica e mineral. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 37. Manaus-AM. **Anais...**, 1997. **Horticultura Brasileira**, n.16, v.1, p.300.

STANFORD, G. Rationale for optimum nitrogen fertilization in corn production. *J. Environ. Qual.*, 2:159-166, 1973.

TORRES, A.; MORGADO, E. A Silagem de Milho. Serviço de Alimentação Animal. Disponível em:  
<<http://www.agribar.pt/Dev/modules/dGC/files/A%20Silagem%20de%20Milho.pdf>>. Acesso em: 30 março 2010.

URCHEI, M.A. **Efeitos de défices hídricos, em três estádios fenológicos, da cultura da cevada (*Hordeum vulgare* L.)**. Botucatu: UNESP, 1992. 165p. Dissertação (Mestrado).