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

ANÁLISE DE CRESCIMENTO DO MILHO, CULTIVAR BR 5110, SUBMETIDO À ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL NO CAMPO EXPERIMENTAL DO ICSEZ/UFAM/PARINTINS.

Bolsista: Cleumilson Calafate Ferreira, FAPEAM

PARINTINS
2013

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

RELATÓRIO FINAL
PIB-A/0012/2012

ANÁLISE DE CRESCIMENTO DO MILHO, CULTIVAR BR 5110, SUBMETIDO À ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL NO CAMPO EXPERIMENTAL DO ICSEZ/UFAM/PARINTINS.

Bolsista: Cleumilson Calafate Ferreira, FAPEAM.
Orientador: Prof^{o} Dr. Aristóteles de Jesus Teixeira Filho.

PARINTINS
2013

Todos os direitos deste relatório são reservados à Universidade Federal do Amazonas, ao Grupo de Pesquisa Água-Solo-Planta-Animal Aliado a Sustentabilidade da Amazônia -GASPASA, e aos seus autores. Parte deste relatório só poderá ser reproduzida para fins acadêmicos ou científicos.

Esta pesquisa, financiada pela Fundação de Amparo e Pesquisa do Amazonas – FAPEAM, através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Universidade Federal do Amazonas, foi desenvolvida pelo Grupo de Pesquisa Água-Solo-Planta-Animal Aliado a Sustentabilidade da Amazônia -GASPASA

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento da cultivar BR5110 (*Zea mays* L.) submetido à adubação mineral, orgânico (derivado de compostagem), orgânico de origem animal (esterco bovino) e sem adubação no período do verão Amazônico. Para melhor compreensão dos resultados e comportamento da cultivar em diferentes tratamentos, alguns índices fisiológicos foram empregados no intuito de assegurar melhores resultados, dentre os mais utilizados a Área Foliar, Taxa de Crescimento da Cultura, Taxa de Assimilação Líquida e Índice de Área Foliar. A pesquisa implantada no Instituto de Ciências Sociais, Educação e Zootecnia, da Universidade Federal do Amazonas. Delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições. O método de semeadura empregado foi manual colocando de 3 a 5 sementes em profundidade média de 1 a 2cm, o experimento foi conduzido em uma área de 102,4 m^2, dividido em parcelas de 16 linhas contendo 32 plantas totalizando 512 na unidade experimental. As análises constituíram-se em extrair uma planta por repetição no intervalo de 07 dias. Após coletadas, as plantas foram acondicionadas em sacos plásticos no intuito de minimizar ao máximo a perda de umidade, pesadas e levadas a estufa de circulação de ar forçada à 85°C por 48 horas e após este intervalos as amostras foram acondicionadas em dissecador, em seguida pesadas afim de estimar a matéria seca. Os resultados obtidos provenientes nesta pesquisa demonstraram através de análises, que a cultura submetida à adubação correta e o manejo controlado de ervas daninhas e regas constantes, asseguraram a esta um ganho de tamanho ideal para a cultura. Por fim, o tratamento orgânico (derivado de compostagem) obteve melhor desempenho estatisticamente quando comparados com os demais. Conforme demonstrado, ao se trabalhar com fertilizantes orgânicos nas doses recomendadas de acordo com análise do solo, na época certa e em locais acessíveis ao sistema radicular da planta possibilitará, na presença de umidade suficiente, uma boa nutrição da cultura e as condições necessárias para se obter altas produtividades.

PALAVRAS–CHAVE: Índices fisiológicos, tipos de adubação, produção.

LISTAS DE SIGLAS

AF: Área foliar

AFE: Área foliar específica

ICSEZ: Instituto de Ciências Sociais Educação e Zootecnia

MCS: Massa caulinar seca

MCU: Massa caulinar úmida

MFS: Massa foliar Seca

MFU: Massa foliar úmida

MST: Massa seca total

RAF: Razão de área foliar

TCA: Taxa de crescimento absoluto

TCC: Taxa de crescimento da cultura

TAL: Taxa de assimilação líquida

TCR: Taxa de crescimento relativo

UFAM: Universidade Federal do Amazonas

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Comparativo de área, produtividade e produção safras 2011/2012 e 2012/2013.....5

QUADRO 2 – Laudo de análise química do esterco bovino aplicado na área experimental...9

QUADRO 3 – Resultado da análise física e química do solo da área experimental.....10

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Análise de variância para delineamento inteiramente casualizado (DIC).....21

TABELA 2 - Comparação de médias para os tratamentos significativos, teste de Tukeyi a 5% de significância.....22

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.....14

Gráfico 2.....16

Gráfico 3.....16

Gráfico 4.....17

Gráfico 5.....18

Gráfico 6.....18

Gráfico 7.....19

Gráfico 8.....19

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **2**
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA **5**
2.1 Importância econômica **5**
2.2 Análise quantitativa de crescimento **6**
3 METODOLOGIA **8**
3.1 Localização **8**
3.2 Solo **8**
3.3 Clima **8**
3.4 Método **8**
3. 5 Delineamento experimental **10**
3.6 Plantio **10**
3.7 Índices fisiológicos **10**
3.7.1 Área foliar (Af) 11
3.7.2 Massa de matéria seca total (MST) 11
3.7.3 Razão de área foliar (RAF) 12
3.7.4 Área foliar especifica (AFE) 12
3.7.5 Taxa assimilatória líquida (TAL) 12
3.7.6 Taxa de crescimento relativo (TCR) 12
3.7.7 Taxa de crescimento absoluto (TCA) 13
4 RESULTADOS **14**
4.1 análise estatística dos tratamentos **19**
5 CONCLUSÃO **22**
6 REFERÊNCIAS **23**
6 ETAPAS DO PROJETO REALIZADAS **26**

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho por apresentar crescimento significante nos últimos anos no Brasil, demonstra o interesse dos agricultores em satisfazer o mercado interno e/ou externo. O milho é um dos principais cereais cultivados no mundo, fornecendo produtos para a alimentação humana, animal e também servindo de matéria prima para a indústria. No Brasil, a cultura ocupa posição significativa na economia, em decorrência do valor da sua produção agropecuária, em função da área cultivada e do volume produzido (GLAT, 2002, p.15-17). A utilização de variedades de milho melhor adaptadas e portadoras de atributos agronômicas desejáveis, tais como, uniformidades para inserção da primeira espiga, precocidade e bom empalhamento, devem ser aconselhadas para pequenos e médios produtores rurais (SOUZA *et al*., 2004, p. 300).

O Brasil hoje é o terceiro maior produtor deste cereal ficando atrás apena dos Estados Unidos e China, a produtividade média ainda é baixa correspondendo a 3280 kg ha^{-1} na safra 2004/05, considerando que a produtividade média mundial está pouco acima de 4000 kg ha^{-1} (FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO, 2005) citado por Meira *et al*. (2009).

Mas, por outro lado, a adubação correta influenciará no aumento da produtividade. A cultura do milho responde bem à adubação orgânica, sendo aumentada a sua produtividade quando o solo é adubado com estercos de animais, compostos orgânicos, húmus de minhoca e biofertilizantes (SANTOS, 1992, p. 20-45). A adubação orgânica além de melhorar a drenagem e a aeração do solo, incrementa a capacidade de armazenamento de água, níveis de nutrientes e a população de microrganismos benéficos ao solo e à planta, estimulando o desenvolvimento radicular (MALAVOLTA *et al*., 2006). O incremento de elementos minerais para auxílio e correção do solo é bastante utilizada uma vez que por si só os compostos orgânicos não apresentam nutrientes necessários para liberação de nitrogênio exigido para que a planta tenha seu desenvolvimento total. Fontoura e Bayer (2009) concluíram que o nitrogênio é um dos mais nutrientes demandados em maior quantidade pela cultura do milho. Seu suprimento adequado tem implicações técnicas,

quanto ao desempenho e à lucratividade da cultura, e ambientais, pelo ato potencial de perda.

O uso contínuo de adubos químicos de forma descontrolada tem causado sérios problemas de degradação no solo, por provocar uma rápida redução do teor de matéria orgânica, salinização, erosão, e empobrecimento de nutrientes da solução do solo ao longo dos anos (SILVA *et al*., 2007). Souza (1998) define que, a utilização do composto orgânico tem sido uma das alternativas de adubação do solo e nutrição de plantas mais utilizadas no meio rural em substituição aos adubos químicos. Os problemas citado anteriormente relacionados ao uso de fertilizantes químicos, alavanco ainda mais a procura pelo incremento de compostos orgânicos nas lavouras. 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; PREZOTTI, 1997, p. 300). O esterco bovino é um dos resíduos orgânicos com maior potencial de uso como fertilizante, principalmente por pequenos agricultores. Porém, pouco se conhece a respeito das quantidades a se empregar, que permitam a obtenção de rendimentos satisfatórios na produção e melhoria na qualidade das sementes (ALVES *et al*., 2005, p.132-137).

Nas últimas décadas, pesquisas com melhoramento vegetal visaram, predominantemente, a melhoria da produtividade e das características de qualidade dos grãos. Mas, nos últimos anos, pesquisas relacionadas à habilidade competitiva de genótipos de culturas com plantas daninhas ganharam importância, principalmente porque a adoção de genótipos competitivos constitui-se em prática cultural que promove reduções de custo e impacto ambiental. Neste aspecto, a utilização de genótipos de milho de elevada capacidade competitiva representa ferramenta importante para o manejo cultural de plantas daninhas (RAJCAN & SWANTON, 2001, p. 139-150).

Segundo BENINCASA (2003), a análise de crescimento permite avaliar o crescimento final da planta como um todo e a contribuição das diferentes órgãos para o crescimento total. A partir dos dados de crescimento, pode-se inferir atividades fisiológicas, isto é, estimar, de forma bastante precisa as causas de variação de crescimento entre plantas geneticamente diferentes ou entre plantas semelhantes crescendo em ambientes diferentes.

Neste contexto, dar-se-á importância da análise de crescimento do milho sob adubação orgânica (compostagem de resíduos vegetais), orgânico (esterco bovino) e mineral (N-P_2O_5-K_2O), e auxiliará na avaliação e manejo a partir dos índices fisiológicos da cultura. Kvet *et al.* (1971), cita que a análise de crescimento de comunidades vegetais é um dos primeiros passos na análise de produção primária. Braga *et al*. (2010) relata que tais informações correspondem às quantidades de material contido em partes das plantas (folhas, colmos, raízes e frutos) e a extensão do aparelho fotossintetizante (área foliar), obtidas a intervalos de tempos regulares durante o desenvolvimento fenológico da planta. Dessa forma objetiva-se demonstrar o melhor desempenho da cultura a fim de estabelecer a taxa de crescimento ao tratamento empregado.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Importância econômica

Segundo a CONAB (2013), no nono levantamento da safra 2012/13, a produção de milho da primeira safra atingiu 34.845,6 mil toneladas, comparada com 33.867,1 da safra anterior, apresentando um incremento de 0,1% em relação à estimativa do mês anterior, e cerca de 2,9% quando comparado com a do ano passado. Ao considerar o somatório das duas safras, os níveis de produtividade da safra 2012/13 apresentou em nível nacional, um incremento de 3,2% quando comparado com o resultado do ano passado, fruto do melhor desempenho das lavouras nos estados da Região Sul, e de uma melhor performance, tanto na Região Norte quanto Nordeste. A produção consolidada observada neste nono levantamento atingiu o montante de 78.468,3 mil toneladas, contra 72.979,5 representando um incremento percentual de 7,5%, quando comparado anterior. Quadro 1.

REGIÃO/UF	ÁREA (Em mil ha)			PRODUTIVIDADE (Em kg/ha)			PRODUÇÃO (Em mil t)		
	Safra 11/12 (a)	Safra 12/13 (b)	VAR. % (b/a)	Safra 11/12 (c)	Safra 12/13 (d)	VAR. % (d/c)	Safra 11/12 (e)	Safra 12/13 (f)	VAR. % (f/e)
NORTE	**112,8**	**122,9**	**9,0**	**3.849**	**3.953**	**2,7**	**434,2**	**485,8**	**11,9**
RO	68,4	82,0	19,9	3.612	3.575	(1,0)	247,1	293,2	18,7
TO	44,4	40,9	(7,9)	4.215	4.710	11,7	187,1	192,6	2,9
NORDESTE	**504,2**	**645,5**	**28,0**	**2.141**	**2.370**	**10,7**	**1.079,8**	**1.529,9**	**41,7**
MA	70,6	145,1	105,5	2.879	2.879	-	203,3	417,7	105,5
PI	20,9	13,7	(34,6)	4.311	2.893	(32,9)	90,1	39,6	(56,0)
AL	29,7	38,5	29,7	754	754	-	22,4	29,0	29,5
SE	206,8	206,8	-	2.629	2.629	-	543,7	543,7	-
BA	176,2	241,4	37,0	1.250	2.071	65,7	220,3	499,9	126,9
CENTRO-OESTE	**4.548,2**	**5.568,6**	**22,4**	**5.583**	**5.145**	**(7,8)**	**25.393,1**	**28.649,5**	**12,8**
MT	2.645,4	3.349,1	26,6	5.680	5.340	(6,0)	15.025,9	17.884,2	19,0
MS	1.199,5	1.421,0	18,5	5.100	4.514	(11,5)	6.117,5	6.414,4	4,9
GO	694,6	783,5	12,8	6.043	5.400	(10,6)	4.197,5	4.230,9	0,8
DF	8,7	15,0	72,0	6.000	8.000	33,3	52,2	120,0	129,9
SUDESTE	**429,3**	**461,0**	**7,4**	**4.722**	**4.573**	**(3,2)**	**2.027,4**	**2.108,4**	**4,0**
MG	94,3	118,6	25,8	5.548	4.930	(11,1)	523,2	584,7	11,8
SP	335,0	342,4	2,2	4.490	4.450	(0,9)	1.504,2	1.523,7	1,3
SUL	**2.025,1**	**2.154,7**	**6,4**	**5.026**	**5.035**	**0,2**	**10.178,2**	**10.848,9**	**6,6**
PR	2.025,1	2.154,7	6,4	5.026	5.035	0,2	10.178,2	10.848,9	6,6
NORTE/NORDESTE	**617,0**	**768,4**	**24,5**	**2.454**	**2.623**	**6,9**	**1.514,0**	**2.015,7**	**33,1**
CENTRO-SUL	**7.002,6**	**8.184,3**	**16,9**	**5.369**	**5.084**	**(5,3)**	**37.598,7**	**41.606,8**	**10,7**
BRASIL	**7.619,6**	**8.952,7**	**17,5**	**5.133**	**4.873**	**(5,1)**	**39.112,7**	**43.622,5**	**11,5**

Quadro 1 - Comparativo de área, produtividade e produção safras 2011/2012 e 2012/2013
Fonte CONAB – Levantamento: junho/2013

Em 2001, o Brasil iniciou suas exportações de milho, se tornando, em 2011, o quarto maior exportador. A partir daí, o País continuou aumentando suas exportações e diminuindo o volume de suas importações (MAPA, 2007). A produção de milho ocorre basicamente em

todos os municípios brasileiros, segundo Landau *et al.* (2010). O plantio da safra de verão, a safra principal, prepondera nas Regiões Sul e Sudeste. Na Região Centro-Oeste, o plantio de milho de sequeiro, denominado safrinha, ocorre logo após o plantio de verão, principalmente após a cultura da soja. De acordo com Landau *et al.* (2010), as políticas de secagem, estocagem e estratégias para escoamento dos grãos devem levar em consideração as áreas de maior concentração de milho.

A produtividade do milho tem crescido nos últimos 36 anos a 3,62% ao ano (CONAB, 2012), e está previsto crescer 1,25% ao ano nos próximos 10 anos. Na maior parte do território nacional, a safra principal (safra “verão”) é plantada em setembro/outubro, ocorrendo a colheita em dezembro/janeiro. Após a cultura de verão (entre janeiro e abril), em algumas regiões do país é plantado milho de sequeiro, denominado milho “safrinha” (SANS; GUIMARÃES, 2009).

As projeções de produção de milho no Brasil indicam um aumento de 16,3 milhões de toneladas entre as safras 2011/2012 e 2021/2022. Em 2021/2022 a produção deverá situar-se em 70,4 milhões de toneladas, e o consumo em 58,8 milhões. Esses resultados indicam que para atender esse consumo o País deverá ter um excedente da ordem de 11,4 milhões de toneladas para atender as exportações e formação de estoques. Neste caso, as exportações teriam que situar-se no seu nível inferior que deverá se de 3,0 milhões de toneladas (BRASIL, 2010).

2.2 Análise quantitativa de crescimento

Os fatores climáticos que exercem maior influência sobre a cultura são a radiação solar, a precipitação e a temperatura, que interferem diretamente nas atividades fisiológicas da planta e consequente produção de grãos e matéria seca (LANDAU et al., 2009).

Alvim (l975), já apresentava um quadro no qual se podia visualizar através dos constituintes da matéria seca numa planta de milho (*Zea mays* L.), que 44% é formado por carbono (C), 45% de oxigênio (O) 6% de hidrogênio (H) e 5% de nutrientes do solo. Sendo

que C e O são provenientes da atmosfera, utilizando principalmente a via estomática, e sendo incorporados através da atividade fotossintética do vegetal. O H provem da água e os demais nutrientes, do solo, incluindo aí os macro e micros, que embora quantitativamente de menor expressão, são qualitativamente importantes e indispensáveis ao crescimento e desenvolvimento vegetal.

Segundo Benincasa (2003), análise de crescimento se baseia fundamentalmente no fato de que cerca de 90%, da matéria seca acumulada pelas plantas, resultam da atividade fotossintética. O restante, da absorção de nutrientes minerais. Ferri (1979, 1985) cita que análise de crescimento destina-se à avaliação da produção líquida das plantas, derivada do processo fotossintético, e é resultado do desempenho do sistema assimilatório durante certo período de tempo.

Portanto, dar-se importância a análise quantitativa de crescimento, onde poderá ser observado o a comportamnto da cultura em diferentes meios de tratamentos. A análise do crescimento constitui uma parte da fisiologia vegetal em que se faz uso de fórmulas e modelos matemáticos para avaliar índices de crescimento das plantas, sendo muito deles relacionados com a atividade fotossintética (Benincasa, 2004). Do ponto de vista agronômico, a análise de crescimento atende aqueles pesquisadores que estão interessados em conhecer diferenças funcionais e estruturais entre cultivares de uma mesma espécie, de forma a poder selecioná-los para melhor atender aos seus objetivos ou mesmo utilizar a análise de crescimento no estudo do desenvolvimento vegetal sob diferentes condições ambientais, incluindo condições de cultivo, de forma a selecionar cultivares ou espécies que apresentem características funcionais mais apropriadas aos objetivos do experimentador (PEIXOTO, 2010).

3 METODOLOGIA

3.1 Localização

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

3.2 Solo

O município ocupa uma área territorial de 7.069km^2 localizando-se sobre uma formação quaternária e terraços holocênicos, apresentando a predominância dos solos Latossolo Amarelo Álico e Podzólico Vermelho Amarelo Álico na terra firme e de solos de aluvião, do tipo Gley Pouco Úmido eutrófico; apresentando fertilidade natural média e elevada nas áreas de várzea (COUTO, 2005).

3.3 Clima

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima enquadra-se no grupo climático A (tropical chuvoso), tipo Amw, que se caracteriza por apresentar uma estação seca de pequena duração. Entretanto, devido aos totais elevados de precipitação, possui umidade suficiente para alimentar a floresta de características tropicais. A precipitação pluviométrica é sempre superior a 2.000 mm ano^{-1}. A temperatura média anual oscila em torno de 26ºC, com pequena amplitude térmica. A unidade relativa do ar é sempre superior a 8% (COUTO, 2005).

3.4 Método

A unidade experimental foi preparada com dois meses de antecedência de abertura dos sulcos para plantio e semeadura, onde foram realizadas manualmente com auxilio de

enxadas limpeza, revolvimento e calagem do solo em área total utilizada para implantação do experimento.

Realizou-se a aplicação dos adubos orgânicos (esterco bovino) e (derivado de compostagem: tendo como base os resíduos de origem vegetal; e orgânico tendo como base os resíduos de peixe) produzida nas dependências do campus experimental do ICSEZ, nas proporções de 12, Kg ao solo conforme laudo de análise química e orientação de Costa (2000) onde recomenda a aplicação de 10 a 15 toneladas por hectare (Quadro 2). Para o mineral na forma (N= 114,0g; P_2O_5= 268,2g; K_2O=17,4g) foi aplicada conforme os resultados de análise química do solo (Quadro 3).

Resultados Analíticos					
UMIDADE	RESÍDUO MINERAL		ÁCIDO OXÁLICO	FÓSFORO SOLÚVEL (ácido cítrico 2%)	
	33,77		-	-	
Laudo de análise química (%)					
N	Ca	P	Mg	Na	K
1,97	-	0,36	-	-	0,80

Quadro 2 – Laudo de análise química do esterco bovino aplicado na área experimental.
Fonte: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, CURITIBA, 21 DE MAIO DE 2013.

Resultados Analíticos									
pH		P	K	Na	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}	$H+Al^{3+}$	MO
H_2O	-	$mg.dm^{-3}$			$cmol_c.dm^{-3}$				$dag.Kg^{-1}$
4,7	-	1	14	-	0,2	0,0	1,35	7,75	1,57
Análises Granulométricas									
Argila (%)		Areia Total (%)			Silte (%)			Classe Textural	
$dag.Kg^{-1}$									
16,80		79,70			3,5			Média	

Tabela 3 – 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.

3.5 Delineamento experimental

O delineamento aplicado foi inteiramente casualizado (DIC) com uma cultivar (BR-5110) e quatro tratamentos e quatro repetições: A - adubação mineral (N-P_2O_5-K_2O), B - orgânico (esterco bovino), C - orgânico (derivado de compostagem), e D - testemunha (sem nenhum tipo de adubação), sendo que cada tratamento recebeu os mesmos níveis de adubação. As parcelas foram representadas por cada linha de plantas, sendo que em cada linha teve 32 plantas totalizando 512 plantas na unidade experimental. Abrangendo uma área de 12,8m x 8m totalizando 102,4m^2 com espaçamentos de 0,80m entre linhas e 0,25m entre plantas.

3.6 Plantio

Após 60 dias de preparo da área foram abertos os primeiros sulcos para plantio, sendo que o adubo orgânico (esterco bovino) foi aplicado com sete dias antes da aplicação dos demais adubos, o método de semeadura aplicado foi o manual pondo de 3 a 5 sementes em profundidade média de 1 a 2cm conforme casualidade.

3.7 Índices fisiológicos

Os resultados provenientes desta pesquisa seguiram metodologia de Watson (1952) citado por Lopes (2008); Blackman (1968) citado por Silva (2000). Em que consiste em extrair uma planta de cada tratamento aplicado e respectivas repetições num intervalo de 07 dias, de forma aleatória proveniente a sorteio. Após coleta, as plantas foram acondicionadas em sacos plásticos com o intuito de minimizar ao máximo a perda de umidade, e encaminhadas ao laboratório. Os procedimentos de laboratório foram realizadas mensurações e retirada das partes foliares, caulinares e radiculares e pesadas em balança com precisão de 0,1g. As folhas foram decalcadas em papel e comparadas ao peso padrão de um recorte (cartolina) de 100 cm^2, como segue:

$$\text{Área Foliar} = \frac{(\text{MFU} \times 100)}{\text{Peso do Padrão}}, \text{em cm}^2$$

Em que MCU: massa caulinar úmida; MFU: a massa foliar úmida; o peso padrão e os pesos dos decalques.

A equação acima indica o valor da área foliar de uma planta coletada. As partes da planta (folhas, caule e raízes) foram identificadas e acondicionadas rigorosamente em sacos de papel em seguidas levadas para estufa de circulação forçada de ar onde permanecera no período de 48 horas a 85ºC. Após este intervalo retirou-se o material da estufa e deixou-se em repouso no dissecador para evitar a reidratação. Após retirar o material da estufa, deixa-se repousar no dissecador para esfriar e depois pesar obtendo a massa foliar seca (MFS) e massa caulinar seca (MCS), será feito os cálculos dos índices fisiológicos (BENINCASA, 2003). A partir da determinação da área foliar e da matéria seca total, serão determinados os índices fisiológicos , de acordo com recomendações de vários textos dedicados à análise de quantitativa de crescimento (BENINCASA, 2003; PEIXOTO, 1998; citados por LIMA *et al.* 2007).

3.7.1 Área foliar (Af)

Estima-se por meio de medidas diretas das lâminas foliares da planta e calculadas através da somos das dimensões lineares tornando possível avaliar a eficiência das folhas e sua contribuição para o crescimento da planta como um todo (FERRI, 1979, 1985).

3.7.2 Massa de matéria seca total (MST)

Razão da soma das diferentes regiões funcionais e/ou morfológicas das planta tais como: caules, pecíolos ou bainhas, lâminas foliares, flores ou inflorescência, fruto ou infrutescências.

3.7.3 Razão de área foliar (RAF)

Segundo FERRI (1979, 1985) e BENINCASA (2003) a RAF pode ser calculada através dos parâmetros em relação entre a área foliar e resultante útil com a massa seca total da planta e pode ser expressa por:

$$RAF = AF/MST$$

3.7.4 Área foliar especifica (AFE)

Relaciona a área das folhas cm o componente morfológico e o peso componente anatômico da matéria seca da própria planta.

$$AFE = AF/MSF$$

3.7.5 Taxa assimilatória líquida (TAL)

Expressa a taxa de fotossíntese líquida, matéria seca produzida (em gramas) por unidade de área foliar, por unidade de tempo.

$$TAL = \frac{\mathrm{P2 - P1\ .\ LnA2 - LnA1}}{\mathrm{t2 - t1\ .\ A2 - A1}}$$

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 nipereriano; A_1 = área seca foliar da amostra anterior; A_2 = área seca foliar da amostra analisada.

3.7.6 Taxa de crescimento relativo (TCR)

O incremento em peso, altura ou área foliar resultado da produção de matéria seca, estabelecido de uma planta.

$$TCR = \frac{\mathrm{LnP2 - LnP1}}{\mathrm{t2 - t1}}$$

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

3.7.7 Taxa de crescimento absoluto (TCA)

É a variação ou incremento de entre duas amostragens, para se ter ideia da velocidade média de crescimento ao longo do período de observação (BENINCASA, 2003).

$$TCA = \frac{\mathrm{P2} - \mathrm{P1}}{\mathrm{t2} - \mathrm{t1}}$$

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

Esta pesquisa teve como auxílio o programa MINITAB 14 ACADEMIC, onde os dados provenientes da produção da cultura do milho foram analisados estatisticamente e submetido ao teste Tukey a 5% de significância.

4 RESULTADOS

Os resultados obtidos provenientes nesta pesquisa demonstraram através de análises, que a cultura submetida à adubação correta e o manejo controlado de ervas daninhas e regas constantes, asseguraram a esta um ganho de tamanho ideal para a cultura. A cultura foi submetida à análise em intervalos de 07 dias (DAE) a fim de comparar o desempenho da cultivar em determinados períodos de tempo, o ganho real de tamanho e peso contidos em partes da planta foram avaliados através do processo a qual consistiu em extrair uma planta de cada tratamento e respectivas repetições, por sorteio inteiramente casualizado.

Os dados são resultantes dos índices fisiológicos são submetidos a análises estatísticas como segue (Gráfico 1).

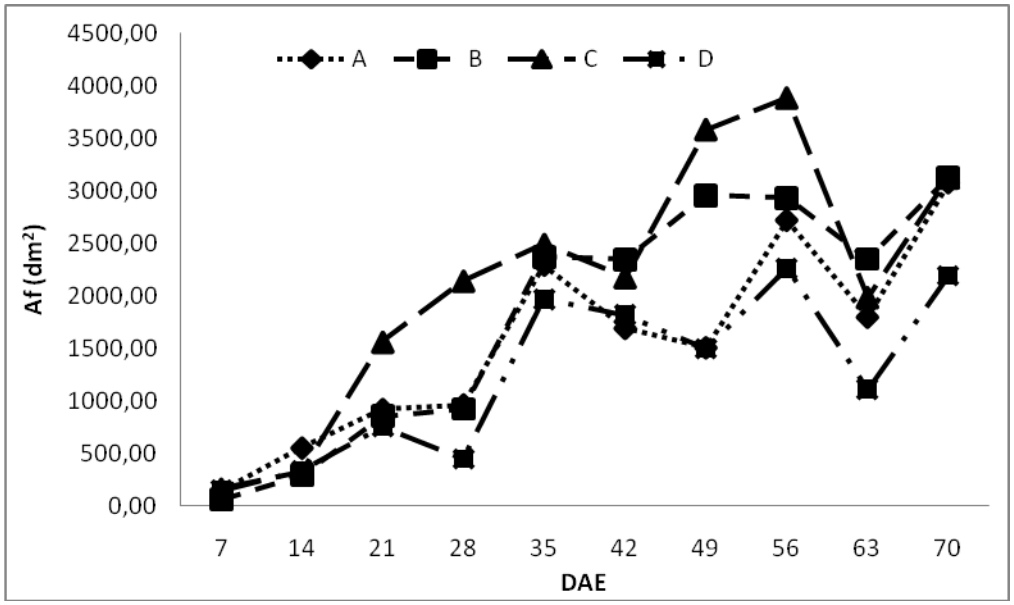

Gráfico 1 – Área foliar: A - adubação mineral (N-P_2O_5-K_2O), B - orgânico (esterco bovino), C - orgânico (derivado de compostagem), e D - testemunha (sem nenhum tipo de adubação).

O Gráfico 1 demonstra que a cultura do milho submetido a níveis de adubação correta apresenta em determinados períodos de tempo ganho de crescimento rápido que satisfaz a capacidade de adquirir nutrientes necessários ao seu desenvolvimento. Sendo assim, baseados na capacidade de a planta adquirir nutrientes do meio, a cultivar demonstrou estar fotossinteticamente ativa ao adubo orgânico (esterco bovino). Comparado os tratamentos, observa-se que as repetições que receberam adubo orgânico de substrato

animal e derivado de compostagem e mineral (N-P_2O_5-K_2O) alcançaram o crescimento da área foliar relativamente satisfatório, respeitando a curva hipotética do crescimento de um vegetal. Sendo que, o tratamento testemunha obtivera menor índice na produção de área foliar (AF). Folquer, (1978), cita que a área foliar reduzida é um limitante fisiológico na utilização da energia solar, que repercute na produção final.

Outra estimativa está correlacionada à taxa de crescimento relativo da cultura (TCR), onde a medida mais apropriada para avaliação do crescimento depende da quantidade de material acumulado dias após a emergência (DAE). Representa a quantidade total de matéria seca acumulada por unidade área, extraída das regiões morfológicas da planta, em que juntos compõem a extração do peso total (PT) continuamente adicionado à medida que cresce durante o período de tempo (DAE)

O milho é uma planta C_4; portanto, apresenta alta eficiência na utilização de luz e CO_2, expressando grande parte da matéria seca do milho (90%), em determinado período provém da fixação de CO_2 pelo processo da fotossíntese. No que se diz respeito ao tratamento orgânico (derivado de compostagem) a qual acultura foi submetida, expressou relativa diferença entre os demais tratamentos. Significância essa que representa uma taxa de desenvolvimento foliar correspondente aos efeitos de fotoassilados. Sua variação no decorrer das analises é expressa mediante aleatoriedade dos sorteios antes da coleta das plantas a serem analisadas. Expressa ainda rendimento submetido à adubação correta e bom aproveitamento de nutrientes a qual se diz respeito à taxa fotossintética. Gráfico 2.

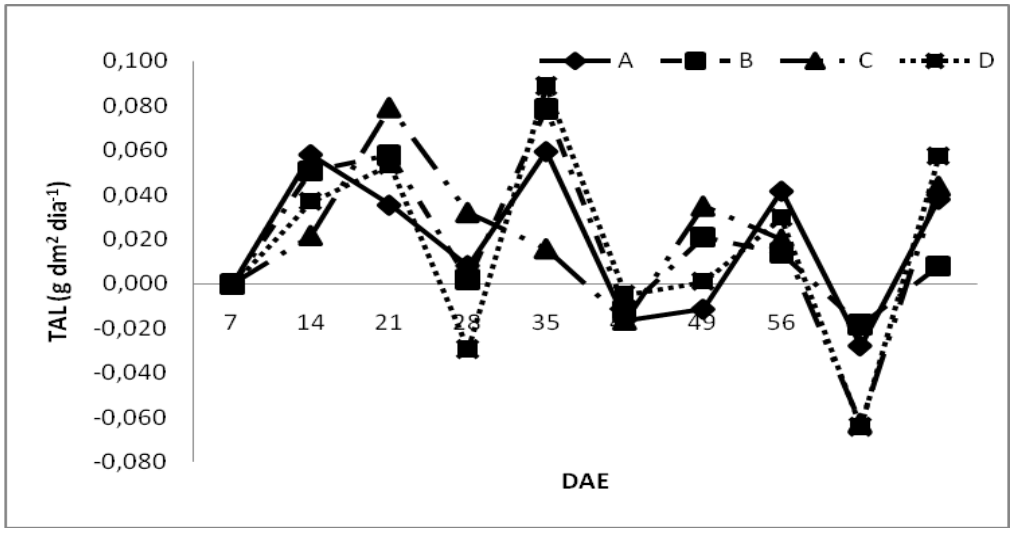

Gráfico 2 – Massa Seca Foliar (MSF A - adubação mineral (N-P_2O_5-K_2O), B - orgânico (esterco bovino), C - orgânico (derivado de compostagem), e D - testemunha (sem nenhum tipo de adubação).

Já no que se diz respeito à Taxa de Assimilatória Líquida (TAL) demonstra variâncias devido a casualidade empregada no método de amostragem. Mas, por outro lado essa variância ocasionada expressa o quanto a planta está fotossinteticamente ativa por unidade de área foliar existente na planta, ou seja, dependendo dos fatores ambientais principalmente da radiação solar, influenciará diretamente no crescimento da planta às condições ambientais. Gráfico 3.

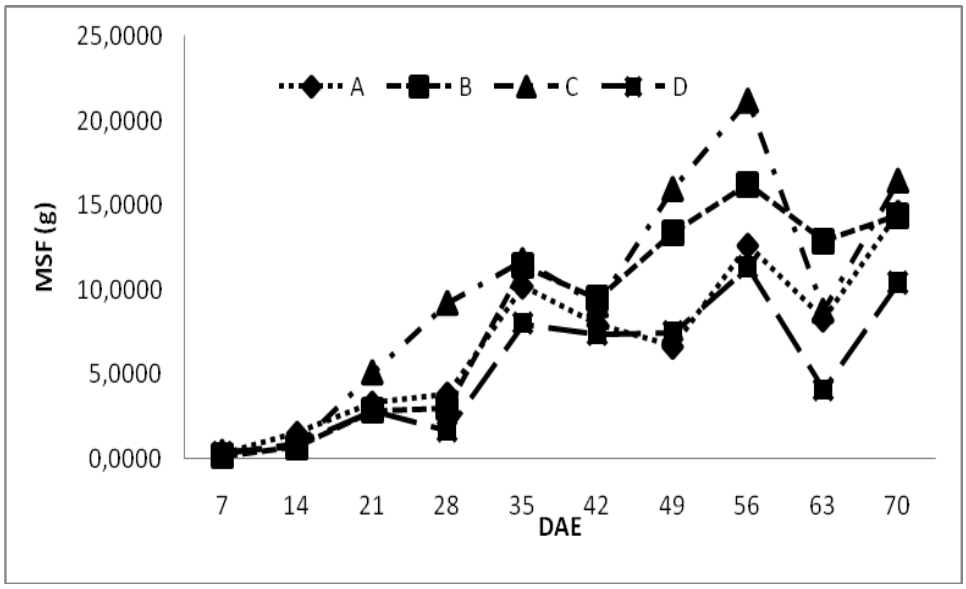

Gráfico 3 – Taxa Assimilatória Líquida (TAL) : A - adubação mineral (N-P_2O_5-K_2O), B - orgânico (esterco bovino), C - orgânico (derivado de compostagem), e D - testemunha (sem nenhum tipo de adubação).

No Gráfico 3 são apresentados, portanto, os valores obtidos pela TAL nos intervalos de tempo, notoriamente a cultivar demonstra alterações nos tratamentos devido a casualidade já mencionada, nota-se que nos intervalos propostos entre análise há decréscimo de forma qual a planta indica eficiência e/ou deficiência na produção de matéria seca entre tratamentos. Portanto, dependendo do material existente inicialmente e da eficiência da planta na retirada de nutrientes necessários para seu desenvolvimento diferenciará de tratamento para tratamento.

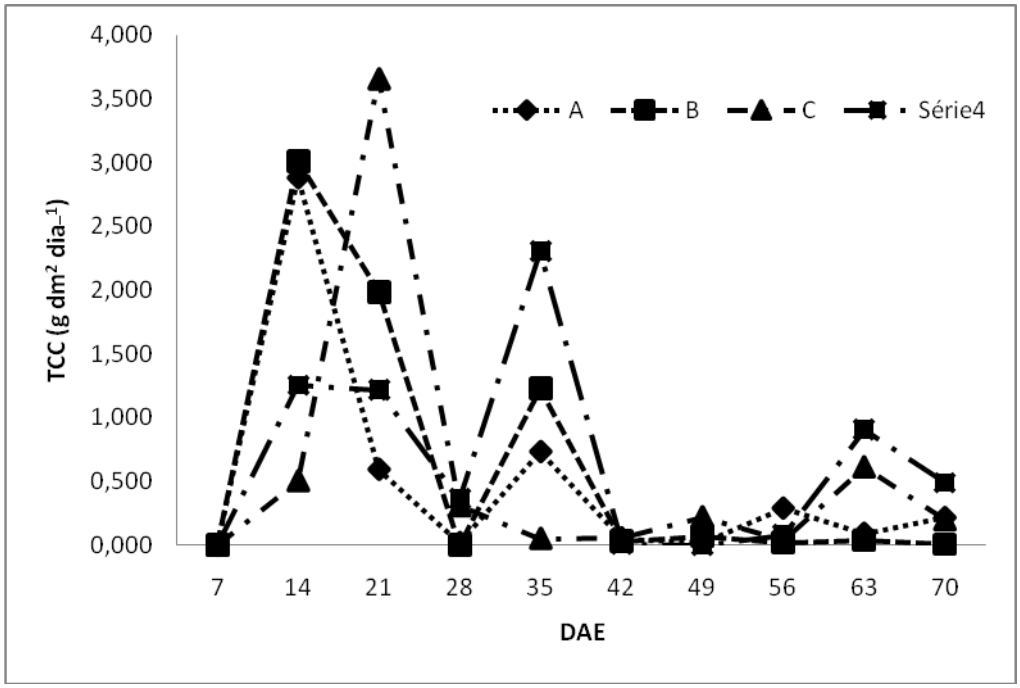

Gráfico 4 – Taxa de Crescimento da cultura (TCC): A - adubação mineral (N-P_2O_5-K_2O), B - orgânico (esterco bovino), C - orgânico (derivado de compostagem), e D - testemunha (sem nenhum tipo de adubação).

Em relação aos demais tratamentos, pode-se observar nos gráficos 5, 6 e 8 que os valores de TCC e IAF são obtidos mais tardiamente em torno de 21 a 28 DAE. Esse fato pode ser atribuído devido à deficiência de nutrientes que foi um fator bem limitante para um melhor desempenho produtivo dos tratamentos, principalmente o tratamento testemunha , 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. O IAF e a TCC para todos os tratamentos seguiram um mesmo sentido de queda

a partir de 35 DAE. Nesta fase a planta para de se desenvolver para direcionar seus fotoassimilados para garantir o enchimento das espigas em formação (fase reprodutiva).

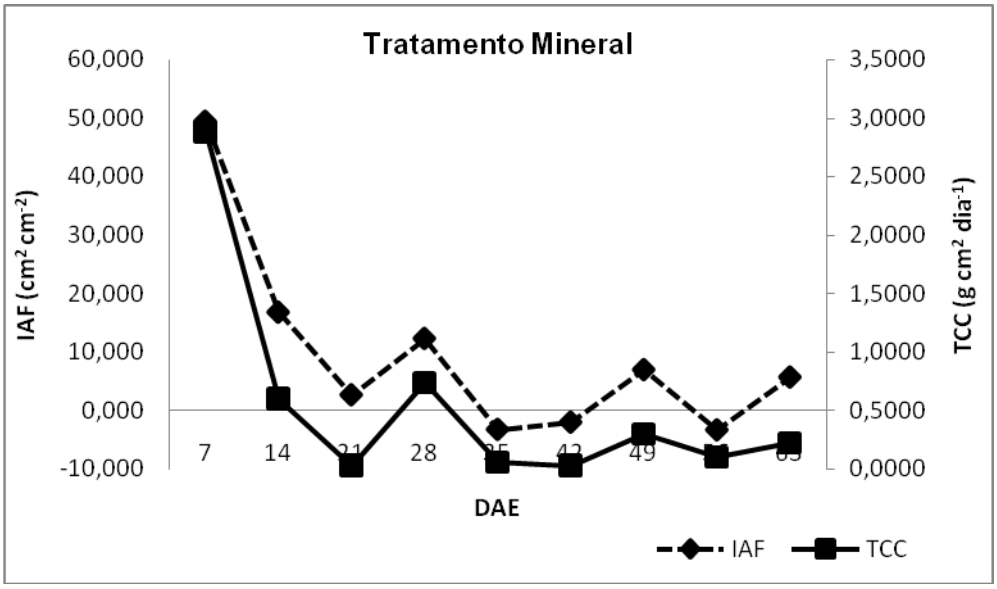

Gráfico 5 - Índice de Área Foliar x Taxa de Crescimento Cultural. A - adubação mineral (N-P_2O_5-K_2O), B - orgânico (esterco bovino), C - orgânico (derivado de compostagem), e D - testemunha (sem nenhum tipo de adubação).

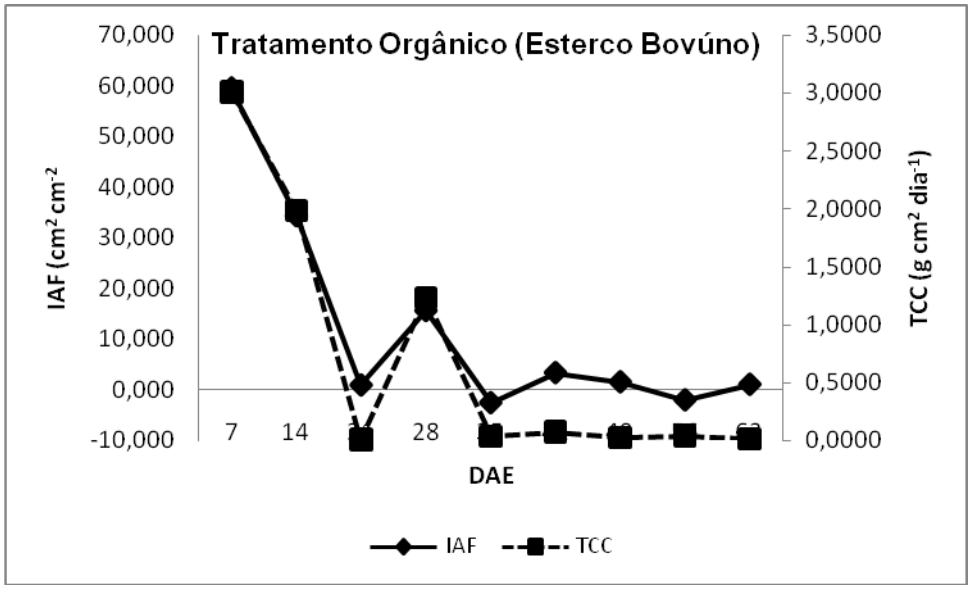

Gráfico 6 - Índice de Área Foliar x Taxa de Crescimento Cultural. A - adubação mineral (N-P_2O_5-K_2O), B - orgânico (esterco bovino), C - orgânico (derivado de compostagem), e D - testemunha (sem nenhum tipo de adubação)

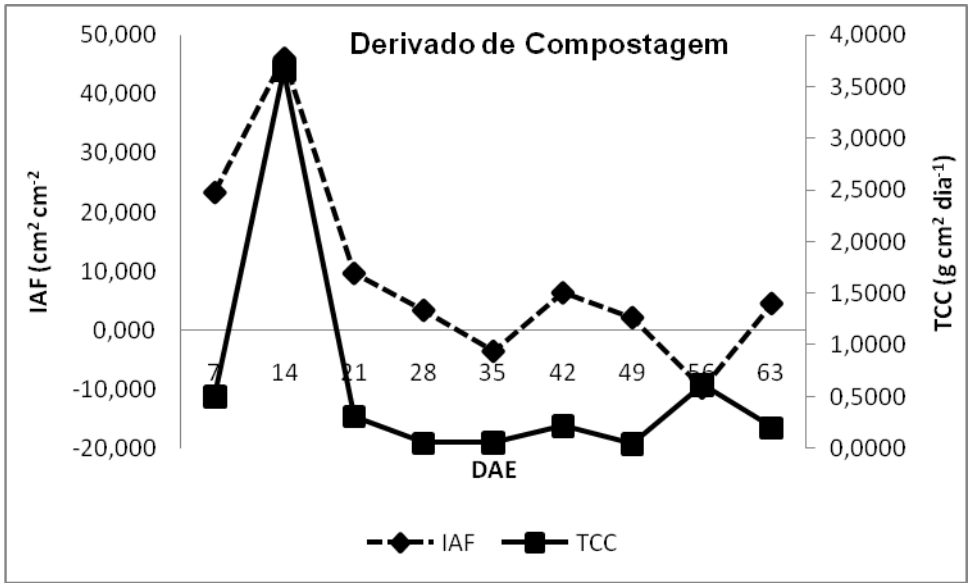

Gráfico 7 - Índice de Área Foliar x Taxa de Crescimento Cultural. A - adubação mineral (N-P_2O_5-K_2O), B - orgânico (esterco bovino), C - orgânico (derivado de compostagem), e D - testemunha (sem nenhum tipo de adubação).

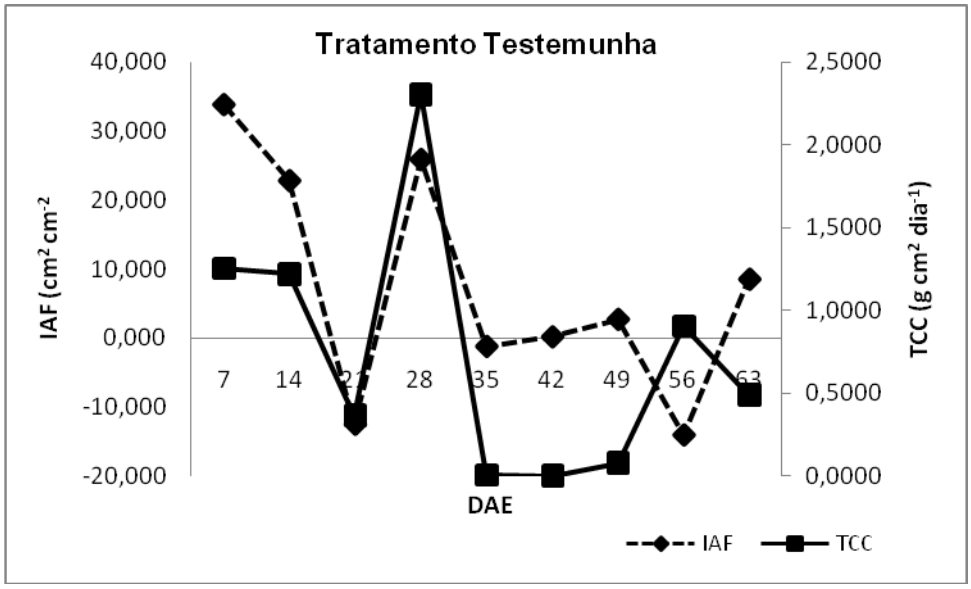

Gráfico 8- Índice de Área Foliar x Taxa de Crescimento Cultural. A - adubação mineral (N-P_2O_5-K_2O), B - orgânico (esterco bovino), C - orgânico (derivado de compostagem), e D - testemunha (sem nenhum tipo de adubação).

4.1 Análise estatística dos tratamentos

Na tabela 1 consta o resultado significativo para tratamento ($F_{(3,12)}=7,01;p=0,006$), evidenciando assim que esses fatores agem de forma independente. Os tratamentos diferem entre si em relação ao peso de matéria seca total (MST) em 5% de significância.

Fancelli & Dourado-Neto (2000), concluíram que aproximadamente uma semana após a emergência a planta encontra-se apta à realização do processo de fotossíntese, quando apresenta duas folhas totalmente expandidas. No primeiro nó basal, já se identifica um grupo de raízes adventícias não ramificadas e sem pêlos absorventes, diferentemente das raízes seminais, que são ramificadas e com pêlos absorventes

Com oito folhas expandidas de acordo com Fancelli & Dourado-Neto (2000), a qual caracterizam como estádio 2 entre aproximadamente 28 e 35 dias após a emergência, esse período é caracterizado pelo crescimento do colmo em diâmetro e comprimento, pela aceleração do processo de formação da inflorescência masculina e pelo desenvolvimento de novas raízes nodais

A cultura mostrou significância no período de 28 dias após emergência devido a realização do processo fotossintético e absorção de nutrientes do solo. Neste período a planta antecede a ocorrência de aumento na taxa de crescimento das espigas, entre o sexto e nono nós acima do solo (Tabela 1).

Fonte de variação	**Graus de liberdade**	**Soma de quadrado**	**Quadrado médio**	**Fc**	**p-valor**
Tratamento	3	565,6	188,5	7,01	0,006sig
Erro	12	322,9	26,9		
Total	15	888,5			

Tabela 1: Análise de variância para delineamento inteiramente casualizado (DIC)

Na tabela 2 consta a produtividade de matéria seca total dos tratamentos analisados. Dessa forma é possível observar que o tratamento orgânico (derivado de compostagem) produziu 2,81 t ha^{-1}. Nota-se claramente que esse resultado está abaixo da média quando comparado com os dados obtidos por outros autores, que observaram valores de produtividade de MST variando de 8,0 a 23,0 t ha^{-1} para a cultura do milho (Fonseca et al., 2002; Vasconcelos et al., 2005; Teixeira Filho e Beltrão, 2011, dados não publicados). Já o tratamento testemunha (sem nenhum tipo de adubação) produziu 1,94 t ha^{-1}, o orgânico

(esterco bovino) produziu 1,74 t ha^{-1} e o mineral (N-P_2O_5-K_2O) produziu 1,18 t ha^{-1} respectivamente, muito baixo quando comparado com a média acima citadas, contudo, cabe acrescentar que para a produção de silagem pode ser feita em função das particularidades da região Amazônica, contudo é provável obter valores maiores em anos de ocorrência normal de precipitação pluviométrica.

Tratamento	**Média (g)**	**Desvio padrão**
Mineral	7,827b	3,519
Animal	6,471b	5,724
Testemunha	2,813b	2,842
Compoatagem	18,765a	7,377

Tabela 2: Comparação de médias para os tratamentos significativos, teste de Tukeyi a 5% de significância.

5. CONCLUSÃO]

Avaliando a importância da análise de crescimento para as comunidades vegetais onde descreve as condições morfológicas da planta consistindo em intervalos de tempo entre coletas, pode garantir ao pesquisador qual melhor tratamento (adubo) a ser indicado. A aplicação correta e dosagens certas do tratamento (adubo) de forma que possa satisfazer o crescimento e desenvolvimento necessários para maximização da produção de uma planta ao longo do período estimado para a cultural, onde a função da capacidade de suporte do meio adotado irá satisfazer o rendimento do sistema de produção.

Pode ser observada ao longo do desenvolvimento a redução no rendimento do milho, em variadas condições climáticas no verão, esta redução está associada à duração do período de enchimento de grãos. Em elevadas temperaturas diurnas (>35°C) e noturnas (>24°C), a taxa de acumulação de matéria seca nos grãos e a duração do período de enchimento são reduzidos. A área foliar (AF) é importantíssima e responsável pela captação de energia solar convertendo-a na produção de matéria orgânica pela fotossíntese. Mas, somente este fator não assegura o desenvolvimento total da planta.

Portanto, O tratamento orgânico (derivado de compostagem) obteve melhor desempenho estatisticamente quando comparados com os demais. Conforme demonstrado, ao se trabalhar com fertilizantes orgânicos nas doses recomendadas de acordo com análise do solo, na época certa e em locais acessíveis ao sistema radicular da planta possibilitará, na presença de umidade suficiente, uma boa nutrição da cultura e as condições necessárias para se obter altas produtividades.

6 REFERÊNCIAS

ALVES, E. U.; OLIVEIRA, A. P.; BRUNO, R. L. A.; SADER, R.; ALVES, A. U. Rendimento e qualidade fisiológica de sementes de coentro cultivado com adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Sementes**, Jaboticabal; v. 27, n. 1, p.132-137, 2005.

ALVIM, P. T. **Agricultura nos trópicos úmidos**: Potencialidades e limitações. IICA, OEA, EMBRAPA, Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus, Bahia, 1075. 11p.

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

BENICASA, M. M. P. **Análise de Crescimento de Plantas** (noções básicas). Jaboticabal. FUNEP. 2004. 42p.

BLACKMAN, G. E. **The aplication of the concepts of growth analysis to the assessment of productivity**. In. ECKARDT, F. E. (Ed.). Functioning on terrestrial ecosystems at the primary production level. Paris: UNESCO, 1968. p. 243-259.

BRAGA, C.L.; FERNANDES, D.M.; SIRTOLI L.F.; LUDWIG, F. Análise de crescimento de girassol ornamental de vaso e aplicação de nitrogênio. **Scientia Agraria Paranaensis**. v.9, n.2, p.52-59, 2010.

BRANDALIZZE, V. Mercado de Milho: realidade e perspectivas. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D (Ed). **Milho**: manejo e produtividade. Piracicaba, USP/ESALQ/LPV, 2009. p.1-12.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do Agronegócio: Brasil 2009/2010 a 2019/2020, Assessoria de Gestão Estratégica. Brasília, 2010, 76 p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Cadeia Produtiva do Milho/ Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura; Coordenador Luiz Antonio Pinazza – Brasília: IICA: MAPA/SPA, 2007.

CONAB. [Site oficial] Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: julho a dezembro de 2010 e janeiro de 2011.

CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira**: grãos, nono levantamento, junho 2013 / Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília.: Conab, 2013.

COUTO, Raul (Org.). **Plano Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável: Parintins – AM, 2005-2012**/ Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar, Projeto de Apoio aos Pequenos Produtores Rurais do Estado do Amazonas – Manaus: Ibama, ProVárzea, 2005. 172 p.

FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1979, 1985. v. 1.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. *Agrianual 2005*: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP, 2005.

FOLQUER, F. La batata (camote): estúdio de la planta y su produccion comercial. Buenos Aires: Editorial Hemisfério Sur, 1978.145 p.

FONTOURA, S. M. V.; BAYER, C. Adubação nitrogenada para alto rendimento de milho na região centro-sul do Paraná. **Revista Brasileira de solo**, v. 33, p. 1721, 2009.

GAIEWSKI, Vicente. Parametrização do modelo LINTUL para estimar a produtividade potencial da cultura do milho. Piracicaba, 2009. 94 p.: il.

GLAT, D. Perspectivas do milho para 2002. **Plantio Direto**, v. 69, p. 15-17, 2002.

KVET, J.; ONDOK, J.P.; NECAS, J.; JARVIS, P.G. **Methods of growth analysis**. In: SESTÁK, Z.; CATSKÝ, J.; JARVIS, P.G. (Eds.). Plant photosynthetic production: manual of methods. The Hague: W. Junk, 1971, p.343-391.

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A.; SANTANA, D. P. Clima e solo. In: CRUZ, J. C. (Ed.). **Cultivo do milho**. 5. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 1). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_5ed/climaesolo.htm>. Acesso em: 10 jun. 2010.

LANDAU, E. C.; GARAGORRY, L. F.; FILHO, H. C.; GARCIA, J. C.; DUARTE, CRUZ, J. C. Áreas de Concentração da Produção Nacional de Milho no Brasil. XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo.

LOPES, João Paulo. Análise de crescimento e trocas gasosas em plantios direto e convencional de milho e soja./ João Paulo Lopes. Campinas, 2008. 50 fls.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS. 319 p. 2006.

MEIRA, F. A.; S Buzetti; M Andreotti; O Arf; SÁ, Marco Eustáquio de; ANDRADE, J. A. de C. **Fontes e épocas de aplicação do nitrogênio na cultura do milho irrigado**. SEMINA: Ciências Agrárias, Londrina, v. 30, n. 2, p. 275-284, abr./jun. 2009.

PEIXOTO, C. P. **Curso de Fisiologia vegetal**. – Cruz das Almas, BA. 2010. 177f.; il.

RAJCAN, I.; SWANTON, C.J. Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.71, n.2, p.139-150, 2001.

SANS, L. M. A.; GUIMARAES, D. P. Zoneamento agrícola. In: CRUZ, J. C. (Ed.). **Cultivo do milho**. 5. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 1). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_5ed/zoeamento.htm>. Acesso em: 10 jun. 2010.

SANTOS, A.C.V. dos. **Biofertilizante líquido o defensivo da natureza**. Niterói: Emater-Rio, 1992. P.20-45.

SILVA, Luiz Carlos; BELTERÃO, Napoleão Esberard de Macêdo. Análise do Crescimento de Comunidades Vegetais. Circular Técnica, Campina Grande, PB. Maio, 2000.

SILVA, R. G.; GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; SILVA, D. G. ARNHOLD, E. **Produtividade de milho em diferentes sistemas produtivos**. Revista Verde, Mossoró, v. 2, n. 2, 2007.

SOUZA, E.M, CARVALHO, H.W.L, LEAL, M.L.S. 2004. Adaptabilidade e estabilidade de variedades e híbridos de milho no estado de Sergipe no ano agrícola de 2002. *Revista Ciência Agronômica,* 35:1 p. 52-60.

SOUZA, J.L. de. **Agricultura Orgânica** – tecnologias para a produção de alimentos saudáveis. v.1, EMCAPA, Domingos Martins – ES, 179p., 1998.

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.

USDA. USDA Agricultural Projections to 2017. Disponível em: <http://www.ers.usda.gov/publications/oce081>. Acesso em: fevereiro 2008, 2009, 2010 e 2011.

WATSON, D.J. The physiological basis of variation in yield**. Advances in Agronomy**, Newark, v.4, p.101-45, 1952.