



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS – CCAA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



**CRESCIMENTO DE PLANTAS DE MILHO EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO
NITROGENADA PELA QUANTIFICAÇÃO DOS TEORES DE CLOROFILA.**

KARLOS RANGEL OLIVEIRA DOS SANTOS

CHAPADINHA

2016

KARLOS RANGEL OLIVEIRA DOS SANTOS

**CRESCIMENTO DE PLANTAS DE MILHO EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO
NITROGENADA PELA QUANTIFICAÇÃO DOS TEORES DE CLOROFILA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia da Universidade Federal do
Maranhão, para obtenção do grau de Bacharel em
Agronomia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a: Mariléia Barros Furtado
de Moraes Rêgo

CHAPADINHA

2016

Santos, Karlos Rangel Oliveira dos

Crescimento de plantas de milho em função da adubação nitrogenada pela quantificação dos teores de clorofila.

27 f.: il.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Mariléia Barros Furtado de Moraes Rêgo

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Maranhão, Curso de Agronomia, 2016

1. Zea Mays 2. Cobertura 3. Clorofilômetro 4. I. Título

KARLOS RANGEL OLIVEIRA DOS SANTOS

**CRESCIMENTO DE PLANTAS DE MILHO EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO
NITROGENADA PELA QUANTIFICAÇÃO DOS TEORES DE CLOROFILA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Agronomia da Universidade
Federal do Maranhão, para obtenção do grau
de Bacharel em Agronomia.

Aprovada: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof^a.Dr^a. Mariléia Barros Furtado de Moraes Rêgo (Orientadora)
Doutora em Agronomia
Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Prof^a. Dr^a. Maryzélia Furtado de Farias
Doutora em Agronomia
Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Prof. Dr. Khalil de Menezes Rodrigues
Doutor em Agricultura Tropical e Subtropical
Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Aos meus pais, Raimundo Filho e Maria Aurenide, as minhas irmãs Rayna Nayara e Rayanny, e à minha namorada Joyce Silva; pessoas imprescindíveis na minha vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e por tudo que me proporcionou e proporciona.

À minha família, pelo suporte dado desde o meu nascimento até essa vitória.

À minha mãe, Maria Aurenide, pelo carinho e amor dedicado por toda a vida e ao meu pai Raimundo Filho pela confiança e companheirismo.

À minha namorada e futura esposa, Joyce Silva, pelo amor compartilhado e pela compreensão em todos os momentos.

Às minhas irmãs, RaynaNayra e Rayanny, por serem sempre amigas.

Aos meus amigos, Madson, Osias Jr, Lucas Silva, Felipe Souza, Amanda Franco, Larissa Macelle, por tudo que vivemos juntos, pela amizade e por estarem ao meu lado.

Às escolas por onde estudei: Jucelino Kubitschek (Minaçu – GO), Simone Macieira (Santa Inês – MA) e Padre Chagas (Santa Inês), que contribuíram na minha formação.

A todos os professores que contribuíram no meu aprendizado, mas, em especial, à professora Adriana que contribuiu muito para o meu desenvolvimento estudantil.

Aos meus amigos da turma de Agronomia 2012.1, em especial, Isaias Reis, Deoclecio Jardim, Henry, Francisca Gyslane, Francisca Flenna, Thais Mascarenhas, Kellyane Mendes, Ediney e Willian Diniz.

À professora Mariléia Barros Furtado de Moraes Rêgo, por ter me orientado deste os primeiros períodos até este trabalho, me guiando e tirando todas as dúvidas. Serei sempre grato pelo apoio, confiança e pela amizade construída durante todo o curso.

Ao grupo PROCEMA, em nome de Rafael, Mayara, Sabrina, Dansley, Ivanayra e Rhakel, pelo auxílio na condução do experimento.

Aos professores Khalil Menezes Rodrigues e Maryzélia Furtado de Farias, pela disponibilidade de seu tempo para acompanhar e avaliar este trabalho.

A todos os docentes, técnicos, zeladores, bibliotecários e guardas do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, por terem, de forma direta ou indireta, facilitando e contribuindo para minha vida acadêmica.

À Universidade Federal do Maranhão – UFMA, instituição que me permitiu realizar os estudos e obter o título de Agrônomo.

Enfim, a todas as pessoas, que por mais que eu tenha esquecido de citar o nome, mas que de alguma forma contribuíram para esta conquista pessoal, meus sinceros agradecimentos, pois ninguém consegue nada sozinho.

É preciso estudar muito para saber um pouco

Montesquieu

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1: Caracterização física do solo quanto à textura, Chapadinha – MA.....	3
Tabela 2: Caracterização química do solo, Chapadinha – MA.	3
Tabela 3: Época de aplicação de N e doses aplicadas. Chapadinha – MA.	6

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Dados referentes à pluviosidade na cidade de Chapadinha-MA. Fonte: INMET.	3
Figura 2: Índice de área foliar de plantas de milho (IAF) ($\text{m}^2 \text{ planta}^{-1}$) em função dos tratamentos. Figura 2A – adubação de cobertura de acordo com o estágio fenológico; Figura 2B – adubação de cobertura de acordo com ISN (Índice de suficiência de nitrogênio).	7
Figura 3: Matéria seca total de plantas de milho (MST) (g planta^{-1}) em função dos tratamentos. Figura 2A – adubação de cobertura de acordo com o estágio fenológico; Figura 2B – adubação de cobertura de acordo com ISN (Índice de suficiência de nitrogênio).	8
Figura 4: Taxa de crescimento da cultura do milho (TCC) ($\text{g m}^2 \text{ dia}^{-1}$) em função dos tratamentos. Figura 2A – adubação de cobertura de acordo com o estágio fenológico; Figura 2B – adubação de cobertura de acordo com ISN (Índice de suficiência de nitrogênio).	9
Figura 5: Taxa de crescimento relativo de plantas de milho (TCR) ($\text{g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) em função dos tratamentos. Figura 2A – adubação de cobertura de acordo com o estágio fenológico; Figura 2B – adubação de cobertura de acordo com ISN (Índice de suficiência de nitrogênio).	10
Figura 6: Taxa Assimilatória Líquida (TAL) ($\text{g dm}^2 \text{ dia}^{-1}$) em função dos tratamentos. Figura 2A – adubação de cobertura de acordo com o estágio fenológico; Figura 2B – adubação de cobertura de acordo com ISN (Índice de suficiência de nitrogênio).	11
Figura 7: Razão de área foliar de plantas de milho (RAF) ($\text{dm}^2 \text{ g}^{-1}$) em função dos tratamentos. Figura 2A – adubação de cobertura de acordo com o estágio fenológico; Figura 2B – adubação de cobertura de acordo com ISN (Índice de suficiência de nitrogênio).	12

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
MATERIAL E MÉTODOS	2
Localização da Área Experimental e Caracterização do Solo	2
Delineamento e Descrição dos Tratamentos.....	3
Tratos Culturais.....	5
Análise de Crescimento	5
RESULTADOS E DISCUSSÃO	6
CONCLUSÕES	13
REFERÊNCIAS	14

CRESCIMENTO DE PLANTAS DE MILHO EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA PELA QUANTIFICAÇÃO DOS TEORES DE CLOROFILA

Karlos Rangel Oliveira dos Santos¹, Mariléia Barros Furtado¹

¹Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, UFMA – Universidade Federal do Maranhão, BR – 222,s/n, Boa vista, CEP 65500-000, Chapadinha – MA, Brasil.

RESUMO

O presente trabalho teve o objetivo avaliar o crescimento de plantas de milho em função da adubação nitrogenada em cobertura, levando-se em consideração o teor de clorofila detectada por um clorofilômetro portátil. A pesquisa foi realizada na Universidade Federal do Maranhão – UFMA, no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, localizada na cidade de Chapadinha – MA. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, constituídos por dez tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram da aplicação de níveis de nitrogênio em cobertura, em diferentes fases fenológicas no período vegetativo da cultura do milho, a seguir: T₁ - sem nitrogênio, T₂ - 180 kg N ha⁻¹ (tratamento referência); T₃ - ½ da dose recomendada em V₃₋₄ + ½ em V₆₋₇; T₄ - ¼ da dose recomendada em V₃₋₄ + ¼ em V₆₋₇ + ¼ V₉₋₁₀ + ¼ V₁₂₋₁₄; T₅ - 1/3 da recomendada em V₃₋₄ + 1/3 em V₆₋₇ + 1/3 V₉₋₁₀; T₆ - 2/4 da dose recomendada em V₃₋₄ + ¼ em V₆₋₇ + ¼ V₉₋₁₀; T₇ - ¼ da dose recomendada em V₃₋₄ + ¼ toda vez que o ISN < 95% (até V₁₂₋₁₄, se necessário); T₈ - ¼ da dose recomendada em V₃₋₄ + ¼ toda vez que o ISN < 95% até V₆₋₇ e quando o ISN < 90% de V₉₋₁₀ até V₁₂₋₁₄ (se necessário); T₉ - 1/3 da dose recomendada em V₃₋₄ + 1/3 toda vez que o ISN < 95% (até V₁₂₋₁₄, se necessário); T₁₀ - 1/3 da dose recomendada em V₃₋₄ + 1/3 toda vez que o ISN < 95% até V₆₋₇ e quando o ISN < 90% de V₉₋₁₀ até V₁₂₋₁₄ (se necessário). A adubação de cobertura nos estádios fenológicos para os tratamentos T₄ e T₆ promoveram as plantas melhores repostas quanto a IAF e MST do que os tratamentos que foram adubaram de acordo com ISN (Índice de suficiência de nitrogenada).

Palavras-chave: *Zea mays*. Nitrogênio. Clorofilômetro.

INTRODUÇÃO

O Brasil é atualmente o terceiro maior produtor mundial de milho, e apesar da baixa produtividade nos últimos anos, o estudo das projeções de produção do cereal realizado pela Assessoria de Gestão Estratégica do Mapa, indica aumento de 19,11 milhões de toneladas entre a safra de 2008/2009 e 2019/2020 (MAPA, FIESP 2016).

Apesar da importância do milho para a economia do país, atualmente há um extenso debate sobre as vantagens e as desvantagens do aumento da produtividade do mesmo no Brasil e no mundo, por conta da sua exigência em altas doses de adubação nitrogenada, o que pode acarretar em maiores riscos de contaminação ambiental decorrente da lixiviação nitrato e amônio (NO_3^- e NH_4^+), volatilização de amônia (NH_3) e emissão de óxido nitroso (N_2O) (XUE *et al.*, 2014).

As necessidades nutricionais pelas plantas de milho são determinadas pela quantidade de nutrientes que esta extrai durante todo o seu ciclo, no entanto, a extração total dependerá do rendimento obtido e da concentração de nutrientes nos grãos e na palhada, sendo necessário, portanto, dispor à planta a quantidade total de nutrientes necessário que devem ser fornecidos via adubação. Dessa forma, a extração de N, P, K, Ca e Mg aumenta linearmente com o aumento na produção, e a maior exigência da cultura refere-se ao N e K, seguido de Ca, Mg e P (COELHO; FRANÇA, 2010; VON PINHO *et al.*, 2009).

Solos arenosos apresentam uma alta taxa de lixiviação de nitratos, pelo fato de serem pobres em matéria orgânica. Fernandes e Libardi (2009) verificaram que a utilização de sistemas de irrigação em solos arenosos e com baixo teor de argila potencializam as perdas de nitrato por lixiviação uma vez que a lixiviação desse íon aumenta quando o solo atinge a taxa de saturação.

A ocorrência de deficiência de nitrogênio durante o ciclo da cultura do milho pode afetar consideravelmente o seu desenvolvimento e produção, e isso ocorre, segundo Argenta *et al.* (2001), em função da cultura possuir vários estádios de definição do rendimento de grãos.

A recomendação da adubação nitrogenada na cultura do milho no Brasil leva em consideração o histórico da área, o teor de matéria orgânica no solo e a expectativa de rendimento de grãos (RAIJ e CANTARELLA, 1996). No entanto, por haver grande variabilidade edafoclimática, a necessidade de recomendação de adubação nitrogenada tem sido, por vezes, sub ou superestimada (SCHORODER *et al.*, 1998).

O diagnóstico correto de N na planta torna-se, portanto, essencial para o seu manejo adequado. Entretanto, a maioria dos métodos disponíveis para essa avaliação são onerosos, destrutivos e demorados (ARGENTA *et al.*, 2001; DOURADO NETO; FANCELLI, 2000).

O clorofilômetro é um aparelho que monitora, de forma indireta, instantânea e não destrutiva, o estado nutricional de N na cultura, podendo ser usado para estimar a necessidade de adubação nitrogenada de cobertura em diversos estádios de desenvolvimento (HURTADO *et al.*, 2011).

A vantagem da medição do teor de clorofila é de não ser influenciada pelo consumo de luxo de N pela planta, sob forma de nitrato, conforme Blackmer e Schepers (1995). Segundo Dwyeretal. (1995), a baixa sensibilidade do medidor de clorofila ao consumo de luxo de N pelas plantas de milho é atribuída à forma com que esse nutriente se encontra na folha. Quando absorvido em excesso, acumula-se como nitrato e, nessa forma, não se associa à molécula de clorofila e, portanto, não pode ser detectado pelo medidor de clorofila.

Dessa forma, faz-se necessário a integração dos indicadores do nível de N (solo e planta) para aumentar a precisão da recomendação de adubação nitrogenada em milho (ARGENTA *et al.*, 2001). Em vista disso, a presente pesquisa tem como objetivo, avaliar o crescimento de plantas de milho em função da adubação nitrogenada em cobertura, levando-se em consideração o teor de clorofila detectada por um clorofilômetro portátil.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização da Área Experimental e Caracterização do Solo

A pesquisa foi realizada na Universidade Federal do Maranhão, do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA, Campus IV), localizada na cidade de Chapadinha – MA, Brasil, cujas coordenadas são 3° 44' 30" S, 43° 21' 37" W e 105m de altitude, no ano agrícola 2014/2015. O plantio iniciou-se no dia 20 de fevereiro de 2015 e, após o estabelecimento das plântulas, dez dias após semeadura (DAS), fez-se o desbaste. A colheita foi realizada no dia 04 junho 2015. A cultivar utilizada foi um híbrido duplo de ciclo semiprecoce, AG 1051, líder no mercado de produção de milho verde e pamonha. Possui excelente sistema radicular e amplitude de época de plantio (AGROCERES, 2011).

Segundo Köppen, o clima é Aw tropical úmido, com temperaturas que variam de 23°C a 30°C. A temperatura média anual de 27°C e precipitações médias anuais de 1600 a 1800 mm (SELBACH; LEITE, 2008). O gráfico pluviométrico referente à quantidade de chuva acumulada mensal na cidade de Chapadinha – MA encontra-se na Figura 1.

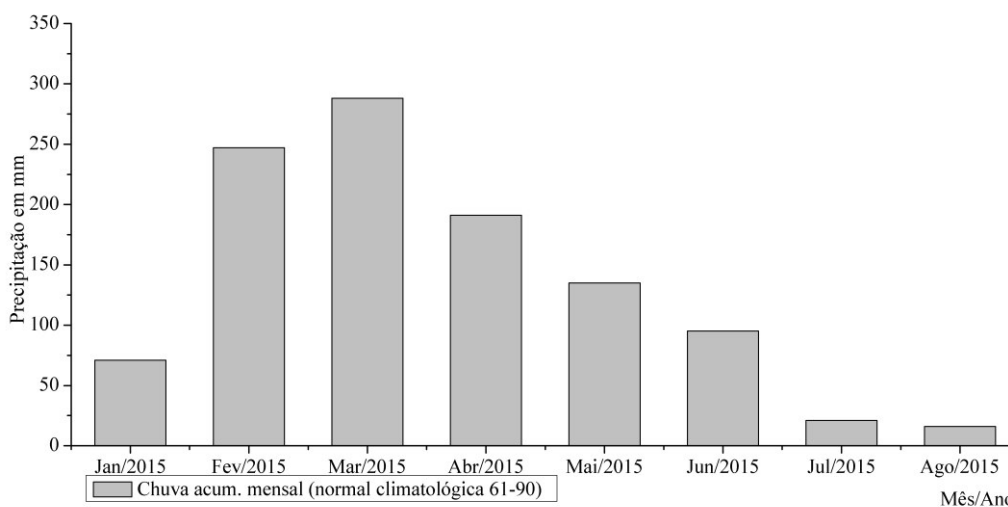


Figura 1: Dados referentes à pluviosidade na cidade de Chapadina - MA. Fonte: INMET.

Segundo Santos *et al.* (2013), o solo é classificado como Latossolo Amarelo distrófico, textura franco-arenosa (Tabela 1), o qual foi retirada amostras de solo a profundidade de 0-20 cm para análise química (Tabela 2).

Tabela 1: Caracterização física do solo quanto à textura, Chapadina– MA.

Profundidade Cm	Areia Grossa%	Areia Fina%	Silte%	Argila%	Textura do Solo
0-20	4	50	42	14	Franco Arenosa

Tabela 2: Caracterização química do solo, Chapadina – MA.

Prof. cm	M.O g/dm ³	pH CaCl	P mg/dm ³	H+Almmol/dm ³	K	Ca	Mg	Na	SB	Al ³⁺	H	CTC	V%
													%
0-20	15	4,5	8	29,9	1,3	14	7	2,0	4,3	5	24	54,3	44,8

Delineamento e Descrição dos Tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em de blocos casualizados, constituídos por dez tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram da aplicação de nitrogênio em cobertura, em função das fases fenológicas e dos teores de clorofila presentes nas folhas. As fases fenológicas em que ocorreram as avaliações foram durante o período vegetativo, que variou quando as plantas apresentavam de três a quatro folhas completamente expandidas (V₃₋₄) até doze a catorze folhas completamente expandidas (V₁₂₋₁₄). Assim, os tratamentos foram descritos dessa forma: T₁ - sem nitrogênio, T₂ - 180 kg N ha⁻¹ (tratamento referência); T₃ - ½ da dose recomendada em V₃₋₄ + ½ em V₆₋₇; T₄ - ¼ da dose recomendada em V₃₋₄ + ¼ em V₆₋₇ + ¼ V₉₋₁₀ + ¼ V₁₂₋₁₄; T₅ - 1/3 da recomendada em V₃₋₄ + 1/3 em V₆₋₇ + 1/3 V₉₋₁₀; T₆ - 2/4 da dose recomendada em V₃₋₄ + ¼ em V₆₋₇ + ¼ V₉₋₁₀; T₇ - ¼ da dose recomendada em V₃₋₄ + ¼ toda vez que o ISN < 95% (até V₁₂₋₁₄, se necessário); T₈ - ¼ da dose recomendada em V₃₋₄ + ¼

toda vez que o ISN < 95% até V₆₋₇ e quando o ISN < 90% de V₉₋₁₀ até V₁₂₋₁₄ (se necessário); T₉ - 1/3 da dose recomendada em V₃₋₄ + 1/3 toda vez que o ISN < 95% (até V₁₂₋₁₄, se necessário); T₁₀ - 1/3 da dose recomendada em V₃₋₄ + 1/3 toda vez que o ISN < 95% até V₆₋₇ e quando o ISN < 90% de V₉₋₁₀ até V₁₂₋₁₄ (se necessário).

O ISN foi calculado com o uso do clorofilômetro, de acordo com Schepers *et al.* (1992), a partir da relação entre as leituras do teor relativo de clorofila dos tratamentos com manejo da adubação nitrogenada e as leituras efetuadas no tratamento referência multiplicadas por 100, (Equação 1):

$$\text{ISN} = \frac{\text{TMAN}}{\text{TR}} \cdot 100 \quad (1)$$

Onde:

ISN = Índice de Suficiência Nitrogenada, em (%).

TMAN = Tratamento com Manejo da Adubação Nitrogenada, em (Índice Relativo de Clorofila (IRC) FalkerClorofiLOG).

TR = Tratamento Referência, em (Índice Relativo de Clorofila (IRC) FalkerClorofiLOG).

A dose de nitrogênio no tratamento referência foi de 180 kg N ha⁻¹. Neste tratamento adicionou-se 20% a mais da dose recomendada de nitrogênio em cobertura para que as plantas desse não apresentassem sintomas de deficiência desse nutriente. A recomendação desse nutriente foi referente a uma para produção acima de 8 t ha⁻¹, para milho cultivado em condição de sequeiro, que é de 150 kg N ha⁻¹, de com (RIBEIRO *et al.*, 1999).

As adubações nitrogenadas em cobertura foram realizadas 24 horas após a identificação da necessidade de aplicação de nitrogênio nos tratamentos que levaram em consideração o ISN. Neste caso, foram anotados quantos dias após a primeira adubação nitrogenada em cobertura foi necessária para uma nova adubação, quando o ISN foi inferior ao proposto nos tratamentos. Nos demais tratamentos que não levaram em consideração o ISN, a adubação nitrogenada ocorreu apenas nas fases fenológicas supracitadas.

As leituras foram efetuadas em 10 plantas por parcela, sendo duas leituras por folha avaliada (uma em cada lado do limbo foliar), no terço médio, desconsiderando a nervura central e as margens, de acordo com Argenta *et al.* (2001).

As avaliações com o medidor de clorofila foram realizadas semanalmente, sempre uma semana após a adubação nitrogenada. As leituras foram iniciadas quando as plantas de milho estavam na fase de duas folhas completamente expandidas (V2) e finalizadas após o florescimento (R3). As avaliações foram feitas sempre na última folha completamente

expandida (até o florescimento) e na folha índice (1ª folha abaixo e oposta à espiga) após o florescimento.

As parcelas tinham dimensões de 5 x 6 m, com seis linhas de seis metros, espaçadas de 0,85 m e cinco plantas por metro linear, totalizando uma população de 58.823 plantas ha⁻¹.

Considerou-se como área útil as três linhas centrais, descartando-se 0,60 m de cada extremidade. A adubação de semeadura consistiu de 20 kg N ha⁻¹, 100 kg P₂O₅ ha⁻¹, 80 kg K₂O ha⁻¹.

Tratos Culturais

Durante todo o experimento o controle de plantas daninhas foi realizado através de capina manual com o auxílio de enxada, sempre que se fez necessário para manter as plantas sempre livre de competição. O controle de pragas e doenças foi realizado de acordo com a recomendação para a cultura, durante todo o ciclo.

Na fase reprodutiva, estilos-estigmas de algumas plantas foram destruídos pela lagarta da espiga (*Helicoverpazea*) que foi controlada com o inseticida Decis 25 CE (25 g/l).

Análise de Crescimento

Para a análise de crescimento, foram coletadas duas plantas por parcela semanalmente para as avaliações da área foliar (AF) e matéria seca das plantas (MS), que foi iniciada na fase de duas folhas completamente expandidas (V2) e finalizadas após o florescimento (R3). Para a determinação da AF, as folhas foram desprendidas das plantas no ponto de inserção da bainha com o colmo, limpas com papel toalha e posteriormente escaneadas. Foi utilizado o programa Image Tool 3.0 (UTHSCSA, 2002) para quantificação da área foliar. Após a avaliação da área foliar, as folhas junto com o restante das plantas, foram colocadas em sacos de papel e levadas à estufa para secagem à 60°C durante sete dias até atingir massa constante, para obtenção da matéria seca das plantas. A partir da AF e da MS e, por meio do programa ANACRES (PORTES; CASTRO JR, 1991), foram calculados os seguintes parâmetros: massa seca calculada (MSC), índice de área foliar (IAF), taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL) e razão de área foliar (RAF).

A taxa de crescimento da cultura (TCC) é definida como o aumento em matéria seca da planta por unidade de tempo, que corresponde a um indicador de produtividade. Normalmente é dada em g m⁻² dia⁻¹. $TCC = (P_2 - P_1)/(t_2 - t_1)$ onde P₂ e P₁ corresponde ao peso seco da planta no período t₂ e t₁, respectivamente.

A TCR é dada por $g\ g^{-1}\ dia^{-1}$ e expressa em forma de material vegetal (matéria seca) existente durante um intervalo de tempo prefixado. $TCR = (\log P_2 - \log P_1) / (t_2 - t_1)$ onde P_2 e P_1 corresponde ao peso seco da planta no período t_2 e t_1 , respectivamente.

A TAL reflete a dimensão do sistema assimilador que é envolvido na produção de matéria seca, ou seja, é uma estimativa de fotossíntese líquida. $TAL = \{[(P_2 - P_1) / (A_2 - A_1)] * [(\log A_2 - \log A_1) / (t_2 - t_1)]\}$ onde, P_2 e P_1 corresponde ao peso seco da planta, A_2 e A_1 ao índice de área foliar no período t_2 e t_1 , respectivamente. O resultado é expresso em unidades de crescimento (peso) por superfície foliar presente (área), por unidade de tempo: $g\ dm^{-2}\ dia^{-1}$.

A RAF, por sua vez, pode ser desmembrada em dois componentes: a área foliar específica (AFE) ($m^2\ g^{-1}$), que relaciona a superfície com a massa seca de folhas; e a razão de peso foliar (RPF) ($g\ g^{-1}$), que é a razão entre a massa seca de folhas e a massa seca total da planta. $RAF = AFE \times RPF$ $RPF = Pf / P$ $AFE = A / P$ onde, Pf é o peso seco foliar, P é o peso seco total e A é área foliar em um determinado período. Assim a RAF é dada por $RAF = \frac{1}{2} [(A_2 / P_1) + (A_2 / P_2)]$ onde, P_2 e P_1 corresponde ao peso seco da planta e A_2 e A_1 ao índice de área foliar no período final e inicial respectivamente.

Os dados biométricos de massa seca total e área foliar foram ajustados em modelo matemático de análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 3 as épocas de aplicação de N e as doses aplicadas em cada um dos tratamentos. Fica evidenciado que os tratamentos T_7 e T_8 tiveram uma redução de nitrogênio aplicado em cobertura de 37,5 em relação aos demais tratamentos que levaram em consideração o ISN (Índice de suficiência de nitrogênio) para aplicação de nitrogênio em cobertura.

Tabela 3: Época de aplicação de N e doses aplicadas. Chapadinha – MA.

T ⁽¹⁾	Época da aplicação de N ⁽²⁾				N Cobertura ⁽³⁾
	A	V ₃₋₄	V ₆₋₇	V ₉₋₁₀	
		(21 DAE)	(32 DAE)	(43 DAE)	
	-----Doses de N (kg ha ⁻¹) -----				
1	20	0	0	0	0
2	20	45	45	45	180
3	20	75	75	0	150
4	20	37,5	37,5	37,5	150
5	20	50	50	50	150
6	20	75	37,5	37,5	150
7	20	37,5	0	37,5	112,5
8	20	37,5	37,5	37,5	112,5
9	20	50	50	50	200
10	20	50	50	50	200

⁽¹⁾ Número de tratamentos; 1- sem nitrogênio (0 kg de N.ha⁻¹); 2- 180 kg N. ha⁻¹ (tratamento referência); 3- ½ da dose recomendada em V₃₋₄ + ½ em V₆₋₇; 4- ¼ da dose recomendada em V₃₋₄ + ¼ em V₆₋₇ + ¼ V₉₋₁₀ + ¼ V₁₂₋₁₄; 5- 1/3 da recomendada em V₃₋₄ + 1/3 em V₆₋₇ + 1/3 V₉₋₁₀; 6- 2/4 da dose recomendada em V₃₋₄ + 1/4 em V₆₋₇ + 1/4 V₉₋₁₀; 7- ¼ da dose recomendada em V₃₋₄ + ¼ toda vez que o ISN < 95% (até V₁₂₋₁₄, se necessário); 8- ¼ da dose recomendada em V₃₋₄ + ¼ toda vez que o ISN < 95% até V₆₋₇ e quando o ISN < 90% de V₉₋₁₀ até V₁₂₋₁₄ (se

necessário); 9- 1/3 da dose recomendada em V_{3-4} + 1/3 toda vez que o ISN < 95% (até V_{12-14} , se necessário); 10- 1/3 da dose recomendada em V_{3-4} + 1/3 toda vez que o ISN < 95% até V_{6-7} e quando o ISN < 90% de V_{9-10} até V_{12-14} (se necessário). A – semeadura; ⁽²⁾ V_{3-4} , V_{6-7} , V_{9-10} e V_{12-14} – plantas com 3 a 4, 6 a 7, 9 a 10 e 12 a 14 folhas totalmente desenvolvidas; ⁽³⁾20 kg N.ha⁻¹, 100 kg P₂O₅.ha⁻¹, 80 kg K₂O em todos os tratamentos; A - adubação de plantio.

A Figura 2 evidencia as curvas ajustadas em função dos tratamentos para o IAF (Índice de Área Foliar). O IAF máximo, obtido pelas curvas ajustadas em todos os tratamentos, ocorreu em torno dos 65 DAE, próximo ao estágio de florescimento, excetuando-se o tratamento referência que teve sua máxima produção de área foliar antecipadamente, aos 63 DAE. Soler (2004) também encontrou valores máximos de IAF para o milho durante o período de florescimento, dependendo do híbrido.

Descartando o T₁ (0 kg de N ha⁻¹), o tratamento T₁₀, apesar de receber uma dose total maior que o tratamento referência T₂ (180 kg N ha⁻¹), foi o que apresentou menor IAF em todas as avaliações, intensificando-se ainda mais, durante o período reprodutivo da cultura. Apesar do T₁₀ apresentar menor IAF, praticamente não houve diferenças em relação ao IAF nos tratamentos, a não ser aos 77 DAE.

Aos 77 DAE evidenciou-se que o T₆ (Figura 2A), que recebeu 75 kg N. ha⁻¹ em V_{3-4} + 7,5 kg N. ha⁻¹ em V_{6-7} e V_{9-10} , apresentou IAF maior que o tratamento referência (T₂) (45 kg N ha⁻¹ nas quatro fases fenológicas avaliadas). Isso ocorreu pelo fato que cada híbrido responde de maneira particular quanto a IAF, o decréscimo para esse tratamento foi mais lento.

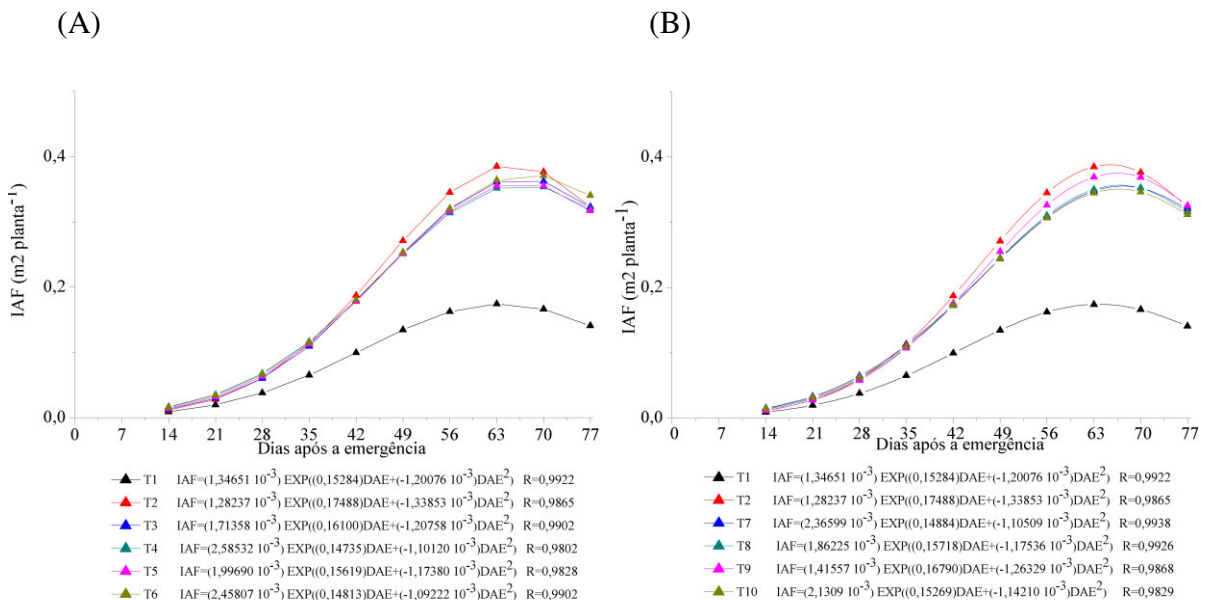


Figura 2: Índice de área foliar de plantas de milho (IAF) (m²planta⁻¹) em função dos tratamentos. Figura 2A – adubação de cobertura de acordo com o estágio fenológico; Figura 2B – adubação de cobertura de acordo com ISN. T1 - 0 kg de N ha⁻¹; T2 – (tratamento referência) 45 kg de N ha⁻¹ em V_{3-4} , V_{6-7} , V_{9-10} e V_{12-14} ; T3 – 75 kg de N ha⁻¹ em V_{3-4} e V_{6-7} ; T4 – 37,5 kg de N ha⁻¹ em V_{3-4} , V_{6-7} , V_{9-10} e V_{12-14} ; T5 – 50 kg de N ha⁻¹ em V_{3-4} , V_{6-7} , V_{9-10} ; T6 – 75 kg de N ha⁻¹ em V_{3-4} e 37,5 kg de N ha⁻¹ em V_{6-7} , V_{9-10} ; T7 – 37,5 kg de N ha⁻¹ em V_{3-4} , V_{9-10} e V_{12-14} ; T8 – 37,5 kg de N ha⁻¹ em V_{3-4} , V_{6-7} e V_{9-10} ; T9 – 50 kg de N ha⁻¹ em V_{3-4} , V_{6-7} , V_{9-10} e V_{12-14} ; T10 - 50 kg de N ha⁻¹ em V_{3-4} , V_{6-7} , V_{9-10} e V_{12-14} .

A Figura 3 apresenta as curvas ajustadas da MST (Matéria seca total) em função dos tratamentos, verificando-se que o acúmulo de matéria seca do milho foi influenciado pelo parcelamento de N em cobertura. Até aos 35 DAE, as diferenças na produção de matéria seca foram praticamente inexistente, tanto para adubação em cobertura de acordo com o estágio fenológico, quanto para os tratamentos que levavam em consideração ISN.

A partir dos 35 DAE, os tratamentos que receberam adubação nitrogenada tiveram desempenho similar, exceto o para o tratamento T₁ (0 kg N ha⁻¹) que obteve menor produção de matéria seca total ao longo do período vegetativo, justamente pelo fato que não recebeu N em cobertura, nutriente responsável para crescimento da planta.

O tratamento T₆ (Figura 3A) não apresentou o mesmo resultado como mostrou no IAF, e sim o menor acúmulo de matéria seca juntamente com o T₉ (Figura 3B). O melhor aproveitamento do nitrogênio está atrelado diretamente sobre a época de aplicação, pois aplicações muito precoces e/ou tardias podem ser pouco aproveitadas pelas plantas (SILVA *et al.*, 2005).

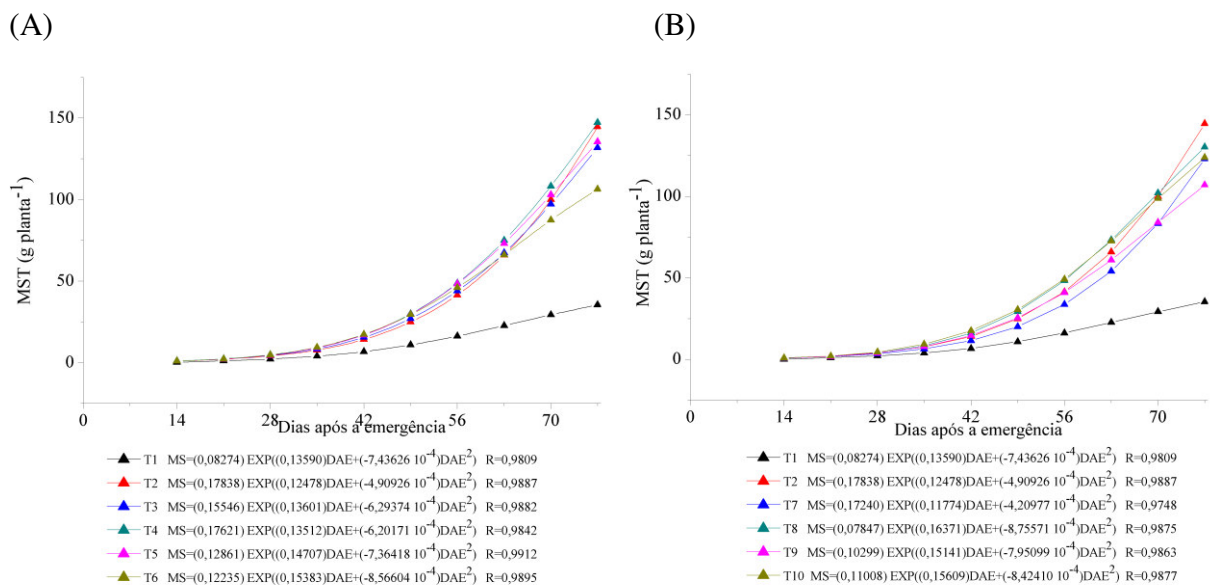


Figura 3: Matéria seca total de plantas de milho (MST) (gplanta⁻¹) em função dos tratamentos. Figura 2A – adubação de cobertura de acordo com o estágio fenológico; Figura 2B – adubação de cobertura de acordo com ISN. T1 - 0 kg de Nha⁻¹; T2 – (tratamento referência) 45 kg de Nha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; T3 – 75 kg de N ha⁻¹ em V₃₋₄ e V₆₋₇; T4 – 37,5 kg de Nha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; T5 – 50 kg de Nha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀; T6 – 75 kg de Nha⁻¹ em V₃₋₄ e 37,5 kg de N ha⁻¹ em V₆₋₇, V₉₋₁₀; T7 – 37,5 kg de Nha⁻¹ em V₃₋₄, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; T8 – 37,5 kg de Nha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇ e V₉₋₁₀; T9 – 50 kg de N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; T10 - 50 kg de N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄.

O nitrogênio pode ter desempenho diferente entre híbridos de milho, consequentemente pode influenciar no parcelamento da adubação nitrogenada. É o que diz resultados obtidos por Fernandes *et al.* (2005) onde a influência entre híbridos de milho revelou similaridade na eficiência do nitrogênio. Já resultado encontrado por Junior *et al.*

(2008) ao avaliarem a eficiência do nitrogênio em híbridos de milho observaram diferenciações quanto a eficiência de utilização do nitrogênio.

A Taxa de crescimento da cultura (TCC) (Figura 4) pode ser usada para se ter idéia da velocidade média de crescimento ao longo do período de observação, sem levar em consideração a massa preexistente.

As curvas da taxa de crescimento da cultura (TCC) em função dos tratamentos evidenciaram menor acúmulo e produção de matéria seca de plantas de milho no tratamento T₉, o que concorda com os resultados obtidos de matéria seca total.

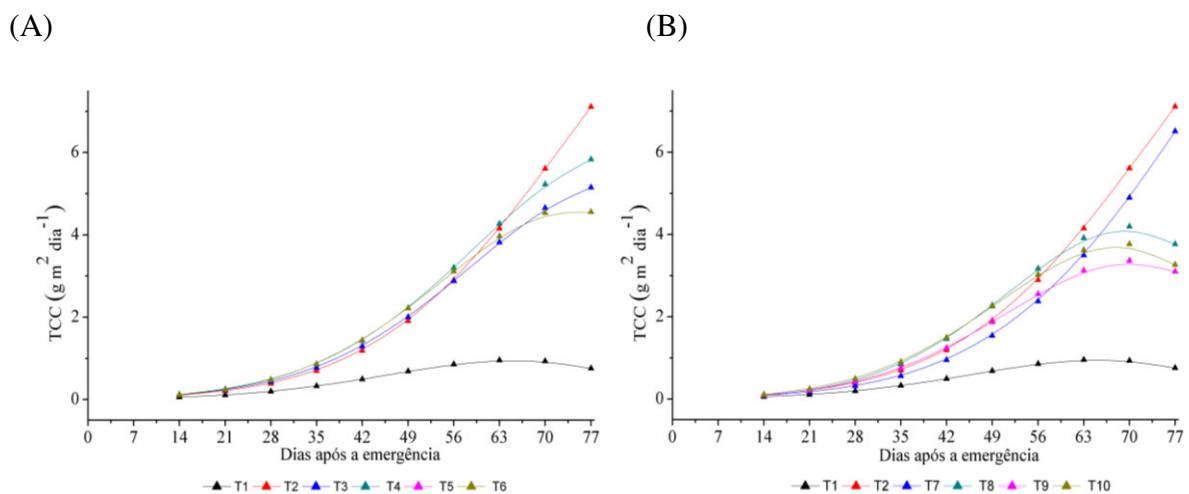


Figura 4: Taxa de crescimento da cultura do milho (TCC) ($\text{g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$) em função dos tratamentos. Figura 2A – adubação de cobertura de acordo com o estágio fenológico; Figura 2B – adubação de cobertura de acordo com ISN. T1- 0 kg de N ha^{-1} ; T2 – (tratamento referência) 45 kg de N ha^{-1} em V_{3-4} , V_{6-7} , V_{9-10} e V_{12-14} ; T3 – 75 kg de N ha^{-1} em V_{3-4} e V_{6-7} ; T4 – 37,5 kg de N ha^{-1} em V_{3-4} , V_{6-7} , V_{9-10} e V_{12-14} ; T5 – 50 kg de N ha^{-1} em V_{3-4} , V_{6-7} , V_{9-10} ; T6 – 75 kg de N ha^{-1} em V_{3-4} e 37,5 kg de N ha^{-1} em V_{6-7} , V_{9-10} ; T7 – 37,5 kg de N ha^{-1} em V_{3-4} , V_{9-10} e V_{12-14} ; T8 – 37,5 kg de N ha^{-1} em V_{3-4} , V_{6-7} e V_{9-10} ; T9 – 50 kg de N ha^{-1} em V_{3-4} , V_{6-7} , V_{9-10} e V_{12-14} ; T10 - 50 kg de N ha^{-1} em V_{3-4} , V_{6-7} , V_{9-10} e V_{12-14} .

Nota-se que os tratamentos que receberam adubação de acordo com o estágio fenológico (Figura 4A), demoraram mais tempo para que a taxa de crescimento da cultura decaísse, possivelmente isso está relacionado ao N disponível para a planta, fazendo com que a planta demorasse mais tempo para entrar no período reprodutivo, onde a taxa de crescimento cessa, fazendo com que a planta demorasse a entrar em senescência.

As curvas da taxa de crescimento relativo (TCR), em razão dos tratamentos da cultura do milho, submetidas a diferentes doses e épocas de aplicação de N são mostradas na Figura 5. A TCR reflete o aumento da matéria orgânica seca, em gramas, da planta, num período de tempo, sendo função do tamanho inicial, ou seja, do material preexistente.

Os tratamentos, praticamente, não apresentaram diferenças quanto a este índice fisiológico. O desempenho decrescente dessa variável a cada nova fase do ciclo da cultura está de acordo com os observados para milho por Romano (2005) e por Lopes (1973).

Com relação à TCR, nota-se uma tendência geral de redução com o desenvolvimento do ciclo da cultura, visto que nas fases iniciais há um rápido acúmulo de material seguindo de um menor acúmulo no final da fase vegetativa, quando se aproxima do florescimento. Essa tendência da TCR é reportado na literatura por diversos autores, como em Aguiar Neto *et al.* (2000); Benincasa (1988); Rodrigues (1990), e pode ser explicado pelo aumento da competição intra-específica, pelos principais fatores ambientais responsáveis pelo crescimento, tais como água, luz, nutrientes e difusão CO₂, dentro do “stand”, entre outros (GAVA *et al.*, 2001). O declínio dessa taxa de crescimento, portanto, é esperado, conforme a planta vai atingindo a maturidade, devido ao aumento gradual de tecidos não assimilatórios.

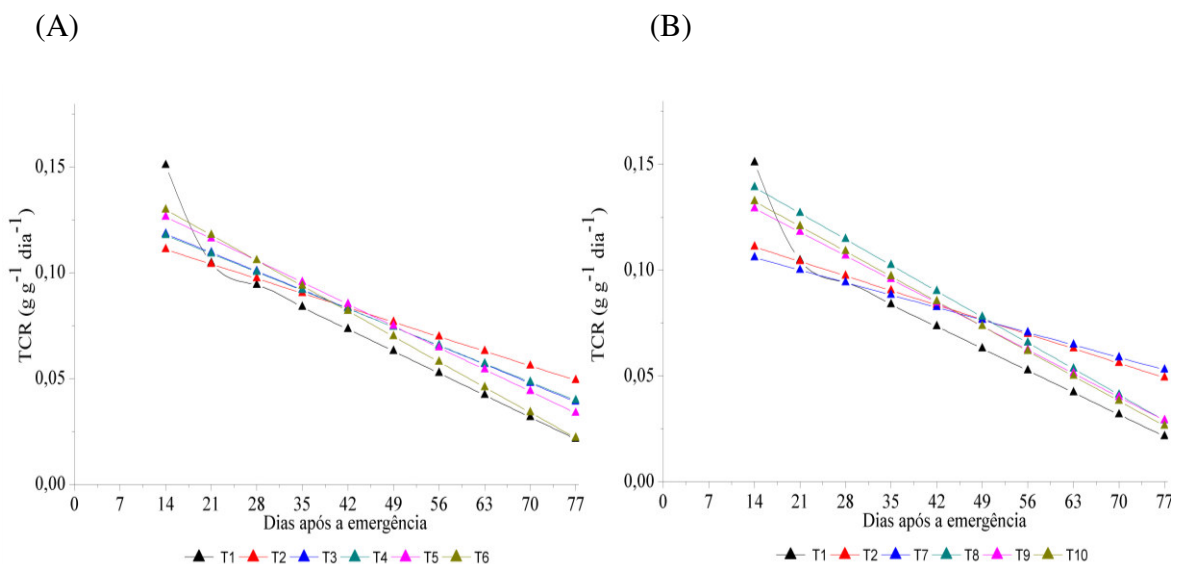


Figura 5: Taxa de crescimento relativo de plantas de milho (TCR) ($\text{g g}^{-1}\text{dia}^{-1}$) em função dos tratamentos. Figura 2A – adubação de cobertura de acordo com o estágio fenológico; Figura 2B – adubação de cobertura de acordo com ISN. T1 - 0 kg de N ha^{-1} ; T2 – (tratamento referência) 45 kg de N ha^{-1} em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; T3 – 75 kg de N ha^{-1} em V₃₋₄ e V₆₋₇; T4 – 37,5 kg de N ha^{-1} em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; T5 – 50 kg de N ha^{-1} em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀; T6 – 75 kg de N ha^{-1} em V₃₋₄ e 37,5 kg de N ha^{-1} em V₆₋₇, V₉₋₁₀; T7 – 37,5 kg de N ha^{-1} em V₃₋₄, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; T8 – 37,5 kg de N ha^{-1} em V₃₋₄, V₆₋₇ e V₉₋₁₀; T9 – 50 kg de N ha^{-1} em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; T10 - 50 kg de N ha^{-1} em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄.

A taxa assimilatória líquida é um parâmetro de crescimento que representa o incremento de fitomassa por unidade de área foliar durante um determinado tempo, normalmente, um dia. Ela difere da taxa fotossintética líquida por computar todo o balanço de um dia, e não apenas do período luminoso.

Na Figura 6, apresentam-se os valores relativos à TAL calculados para o período do experimento. Nota-se que houve um aumento da TAL para três tratamentos T₁₀, T₈ e T₆ até a

avaliação de 63 DAE, e, nas últimas avaliações para esses tratamentos, houve uma redução gradual, isso possivelmente é explicado pelos decréscimos subsequentes com o desenvolvimento fenológico da cultura, decorrentes do surgimento de tecidos e estruturas não assimilatórios, além do auto-sombreamento e queda de folhas com a idade da planta. Essa tendência da TAL também foi constatado por Lopes *et al.* (1982), Urchei (1992).

De forma geral, houve um incremento da TAL a partir dos 49 DAE, atingindo TAL máxima aos 77 DAE para todos os tratamentos, exceto para os tratamentos T₁ e T₆ que tiveram menor incremento de TAL no decorrer da fase vegetativa.

Os tratamentos T₃, T₄ e T₅ (Figura 6A) e T₇ (Figura 6B) apresentaram um aumento da TAL, que se iniciou aos 49 DAE e continuou até aos 77 DAE. Segundo Rodrigues (1990), o comportamento da TAL pode ser influenciado por fatores climáticos, forma de condução do experimento e pelas variações intra-específicas da cultura. Vale ressaltar que neste trabalho a cada coleta, aumentava-se o espaço físico entre as plantas, devido às amostragens destrutivas, proporcionando maior captação de luz lateral, favorecendo a fotossíntese líquida e elevando a TAL. Essa tendência foi observado por Lima *et al.* (2007) ao afirmarem que conforme destruíam mudas, aumentava a interceptação luminosa lateral, consequentemente aumentando a fotossíntese líquida.

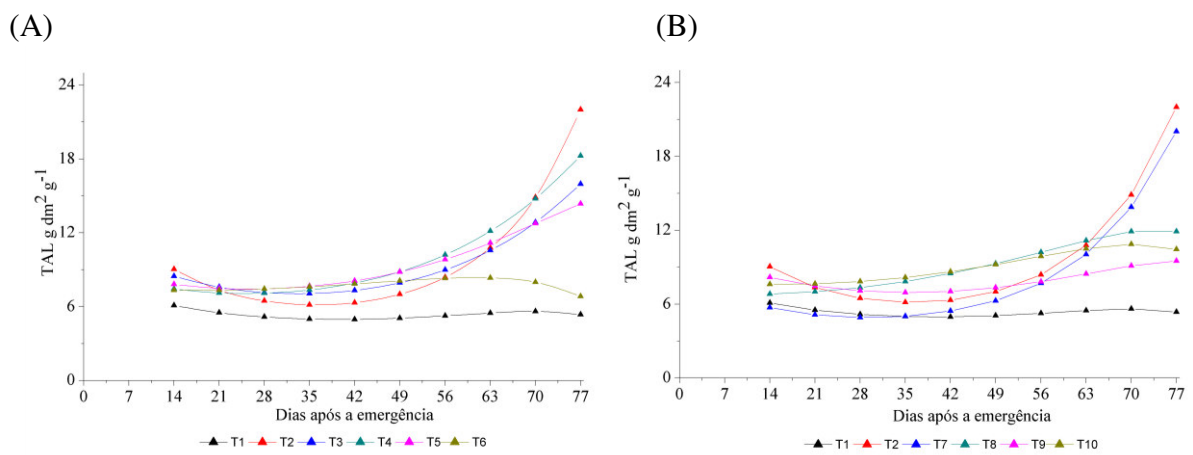


Figura 6: Taxa Assimilatória Líquida (TAL) ($\text{g dm}^{-2} \text{dia}^{-1}$) em função dos tratamentos. Figura 2A – adubação de cobertura de acordo com o estágio fenológico; Figura 2B – adubação de cobertura de acordo com ISN. T1 - 0 kg de N ha^{-1} ; T2 – (tratamento referência) 45 kg de N ha^{-1} em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; T3 – 75 kg de N ha^{-1} em V₃₋₄ e V₆₋₇; T4 – 37,5 kg de N ha^{-1} em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; T5 – 50 kg de N ha^{-1} em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀; T6 – 75 kg de N ha^{-1} em V₃₋₄ e 37,5 kg de N ha^{-1} em V₆₋₇, V₉₋₁₀; T7 – 37,5 kg de N ha^{-1} em V₃₋₄, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; T8 – 37,5 kg de N ha^{-1} em V₃₋₄, V₆₋₇ e V₉₋₁₀; T9 – 50 kg de N ha^{-1} em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; T10 - 50 kg de N ha^{-1} em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄.

A razão de área foliar (RAF) (Figura 7) 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 (BININCASA, 1988).

Os tratamentos que receberam adubação em cobertura de acordo com o estágio fenológico (Figura 7A) foram os mais eficientes em produzir mais assimilados por unidade de superfície assimilatória, ou seja, apresentaram menor RAF. O tratamento T1 que não recebeu N em cobertura foi o que apresentou maior RAF, corroborando com os dados de área foliar.

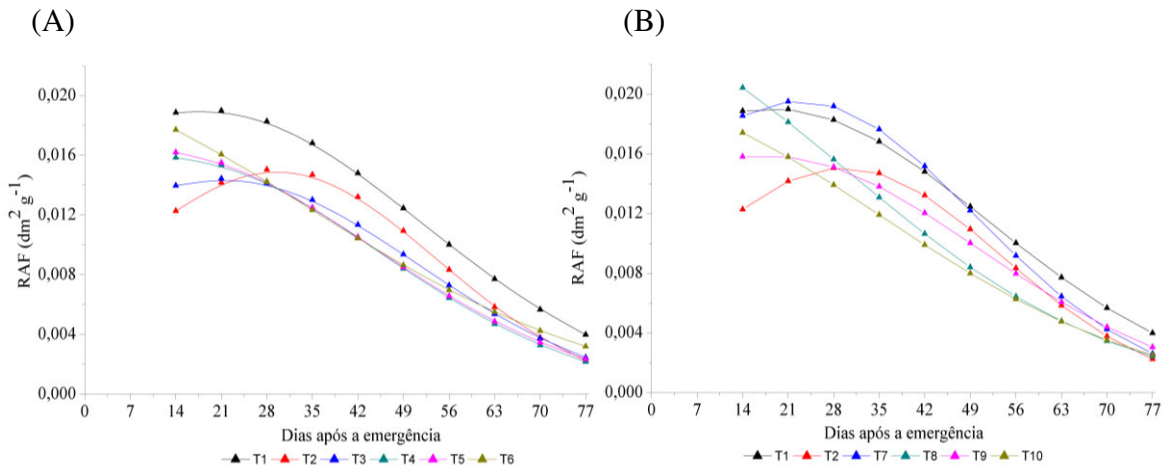


Figura 7: Razão de área foliar de plantas de milho (RAF) ($\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$) em função dos tratamentos. Figura 2A – adubação de cobertura de acordo com o estágio fenológico; Figura 2B – adubação de cobertura de acordo com ISN. T1 - 0 kg de N ha⁻¹; T2 – (tratamento referência) 45 kg de N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; T3 – 75 kg de N ha⁻¹ em V₃₋₄ e V₆₋₇; T4 – 37,5 kg de N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; T5 – 50 kg de N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀; T6 – 75 kg de N ha⁻¹ em V₃₋₄ e 37,5 kg de N ha⁻¹ em V₆₋₇, V₉₋₁₀; T7 – 37,5 kg de N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; T8 – 37,5 kg de N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇ e V₉₋₁₀; T9 – 50 kg de N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄; T10 - 50 kg de N ha⁻¹ em V₃₋₄, V₆₋₇, V₉₋₁₀ e V₁₂₋₁₄.

De modo geral, a razão de área foliar, que é a área foliar útil para 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 conta do sombreamento de folhas superiores em folhas inferiores, diminuindo, assim, assim a taxa fotossintética, além do surgimento de tecidos estruturas que são drenos altamente competitivos (órgãos reprodutivos).

CONCLUSÕES

A adubação em cobertura de acordo com os estádios fenológicos para os tratamentos T₄ e T₆ promoveram as plantas melhores repostas quanto a MST e IAF, respectivamente.

Os tratamentos T7 e T8 obtiveram uma redução de 37,5 kg de N ha⁻¹ em cobertura com respostas expressivas para as variáveis analisadas.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR NETTO, A.O. **Comportamento fisiológico e produtivo da ervilha (*Pisum sativum* – L.), submetida a diferentes potenciais de água no solo.** Botucatu: UNESPE, 1993. 149p. Dissertação (Mestrado).
- AGROCERES. **Características Agronômicas.** Disponível em: http://www.sementesagroceres.com.br/pages/Produto.aspx?p=AG_1051. 2011. Acesso: 06/08/2016.
- ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F. da; BORTOLINI, C.G.; FORSTHOFER, E.L.; STRIEDER, M.L. **Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorila extraível e de nitrogênio na folha de milho.** *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v.13, p.158-167, 2001.
- ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; BORTOLONI, C. G. **Clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio em cereais.** *Ciência rural*, v. 31, n.4, p. 715-722, 2001.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas.** Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42p.
- COELHO, A. M.; FRANCA, G. E.; BAHIA FILHO, A. F. C.; GUEDES, G. A. A. **Doses e métodos de aplicação de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho sob irrigação.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.16, p.61-67, 1992.
- DOURADO, NETO, D.; FANCELLI, A.L. **Estratégias para redução do efeito do estresse hídrico na cultura do milho.** *In: SANDINI, I.E.; FANCELLI, A.L. (Ed.). Milho: estratégias de manejo para a região sul.* Piracicaba: ESALQ/USP, 2000, p.89-102
- DWYER, L.M., ANDERSON, A.M., MA, B.L., et al. **Quantifying the nonlinearity in chlorophyll meter response to corn leaf nitrogen concentration.** *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v.75, n.1, p.179-182, 1995.
- FERNANDES, F. C. S.; BUZZETTI, S.; ARF, O.; ANDRADE, J. A.C. **Doses, eficiência e uso de nitrogênio por seis cultivares de milho.** *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 4, n. 2, p. 195-204, 2005. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/140/138>. Acesso: 06/08/2016.
- FERNANDES, Flávia Carvalho Silva; LIBARDI, Paulo Leonel. **Drenagem interna e lixiviação de nitrato em um latossolo sob sucessão milho-braquiária, com diferentes doses de nitrogênio.** *Revista Brasileira de Ciências do Solo*. Vol. 33 n.º.5 Viçosa Sept/Oct. 2009.
- GAVA, G.J.C. et al. **Crescimento e acúmulo de nitrogênio em cana-de-açúcar cultivada em solo coberto com palhada.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.36, n.11, p.1347-1354, 2011.
- HURTADO, S. M. C. et al. **Clorofilômetro no ajuste da adubação nitrogenada em cobertura para o milho de alta produtividade.** *Ciência Rural*, v.41, n.6, p.1011-1017, 2011.

JUNIOR, F. B. R.; MACHADO, C. T. T.; MACHADO, A. T.; SODEK, L. **Inoculação de azospirillum amazonense em dois genótipos de milho sob diferentes regimes de nitrogênio.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32:1139-1146, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v32n3/a22v32n3.pdf>. Acesso: 04/08/2016.

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

LOPES, N.F. **Análise de crescimento e conversão da energia solar em população de milho (*Zeamays L.*) em Viçosa, Minas Gerais.** Viçosa: UFV, 1973. 61p. Dissertação (Mestrado).

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.

MACHADO, E.C.; FURLANI, P.R.; HANNA, L.G.; CAMARGO, M.B.P.; BRUNINI, O.; MAGALHÃES, H.H.S. **Características biométricas e fisiológicas de três variedades de milho.** Bragantia, v.44, p.283-294, 1985.

MACHADO, E.C.; SILVEIRA, J.A.G. da; BASTOS, C.R. **Trocas de CO₂ , acúmulo de fitomassa e remobilização de reservas durante o crescimento de panículas de duas variedades de arroz.** Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, v.2, p.63-70, 1990.

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

MAPA; FIESP. **Cultura Milho.** Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/milho> Acesso: 05/08/2016.

MAR, G. D.; MARCHETTI, M. E.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; NOVELINO, J. O. **Produção do milho safrinha em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio.** Bragantia, Campinas, v.62, p. 267-274, 2003.

PORTES, T.A.; CASTRO JR., L.G. **Análise de crescimento de plantas: um programa computacional auxiliar.** Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal. Campinas, v.3, n.1, p.53-56, 1991.

RAIJ, B.; CANTARELLA, H. **Milho para grãos e silagem.** In: INSTITUTO AGRONÔMICO/FUNDAG. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: IAC/Fundag, 1996, p.56-59 (Boletim Técnico, 100).

RODRIGUES, J.D. **Influência de diferentes níveis de cálcio, sobre o desenvolvimento de plantas de estilosantes (*Stylosanthes guyanensis* (Aubl.) Sw. Cv. Cook), em cultivo hidropônico.** Botucatu: UNESP-FCA, 1990. 180p. Tese (Livre Docência).

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa – MG v. 1, n.1 p. 314-315, 1999.

ROMANO, M.R. **Desempenho fisiológico da cultura de milho com plantas de arquitetura contrastante: parâmetros para modelos de crescimento**. Piracicaba: USP, 2005. 100p. Tese (Doutorado).

SCHERPERS, J. S.; FRANCIS, D. D.; VIGIL, M. **Comparison of corn leaf nitrogen concentration and chlorophyll meter ratings**. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, v. 23, n. 17, p. 915-922, 1992.

SCHRODER, J. J.; NEETESON, J. J.; WITHAGEN, J. C. M.; NOIJ, I. G. A. M. **Effects of N application on agronomic and environmental parameters in silagem maize production on sandy soils**. *Field Crops Research*, Amsterdam v. 58, n. 1, p. 57-67, 1998.

SELBACH, J. F.; LEITE, J. R. S. A. **Meio ambiente no Baixo Parnaíba: olhos no mundo, pés na região**. São Luis: EDUFMA, 2008, 216p.

SILVA, E. C.; BUZETTI, S.; GUIMARÃES, G. L.; LAZARINI, E.; SÁ, E. **Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho**. *Revista Brasileira Ciência. solo* vol.29 no.3 Viçosa May/June 2005. Disponível em: 67 http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832005000300005 Acesso: 05/08/2016.

SOLER, C.T. **Uso do modelo CERES - Maize para identificação de características genéticas desejáveis para milho safrinha e determinação de práticas adequadas de manejo em condições de risco climático**. Piracicaba: USP, 2000. 86p. Dissertação (Mestrado).

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

VON PINHO, R. G. et al. **Marcha de absorção de macronutrientes e acúmulo de matéria seca em milho**. *Revista Brasileira de milho e sorgo*. V.8, n.2, p.157-173, 2009.

XUE, X., PANG, Y., LANDIS, A.E. **Evaluating agricultural management practices to improve the environmental footprint of corn-derived ethanol**. *Renewable Energy*. V. 66, p. 454–460, 2014.