

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
BRASÍLIA**

**CAMPUS PLANALTINA**

**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA**

**JANNA NAOMY OLIVEIRA ZIMMERMANN**

**Análise Fisiológica de Plantas de Cobertura do Solo Submetidas à Regime Hídrico  
Variável**

Planaltina - DF



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DE BRASÍLIA**

***CAMPUS PLANALTINA***

**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA**

Dezembro/2016

**Análise Fisiológica de Plantas de Cobertura do Solo Submetidas à Regime Hídrico  
Variável**

**JANNA NAOMY OLIVEIRA ZIMMERMANN**

**Trabalho de Conclusão de Curso - TCC ao Instituto  
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de  
Brasília - IFB, como parte das exigências para a  
obtenção do grau de Tecnólogo em Agroecologia.**

**ORIENTADOR: Dr. André Pereira Ferreira**

**CO- ORIENTADOR: Dr. Adilson Jayme Oliveira**



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DE BRASÍLIA**

**CAMPUS PLANALTINA**

**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA**

**TERMO DE APROVAÇÃO**

Planaltina - DF

Dezembro/2016

**JANNA NAOMY OLIVEIRA ZIMMERMANN**

**Análise Fisiológica de Plantas de Cobertura do Solo Submetidas à Regime Hídrico  
Variável**

**Trabalho de Conclusão de Curso – TCC, aprovado como  
requisito parcial para obtenção do grau de Tecnólogo em  
Agroecologia do Instituto Federal de Brasília, pela  
seguinte banca examinadora:**

---

Prof. Dr. André Ferreira Pereira (orientador)

---

Prof. Frederico Pinto da Silva

---

Prof. Vicente de Paulo Borges Virgulino da Silva

Dezembro/2016



*Dedico a minha mãe Lucia, que sempre esteve presente na minha educação, me dando todo incentivo, apoio e amor para realização dos meus sonhos e projetos.*

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a Deus, por ter feito esta natureza riquíssima e nos deixar estudá-la para obter o máximo de conhecimento. Agradeço a minha família que sempre me apoiou e incentivou em todos os momentos, principalmente minha mãe Lucia, meu pai Antônio Gilberto, minhas irmãs Thainá, Briza e Alissa. Meu companheiro Bruno pela paciência e compreensão. Também sou grata pelo incentivo, apoio e paciência dos meus queridos professores Adilson Jayme e André Ferreira, que me abriram um leque para o conhecimento científico com a bolsa do CNPq. Agradeço muito a todos que estavam envolvidos com o projeto da Embrapa; Dr. Walter Quadros, Dra. Cristiane, meus colegas de estágio, Ane Santos, Aldenice, Ana Alina, Verônica, Tiago, Kellysson, Rafael e Douglas, pelo ótimo trabalho em equipe. Gratidão aos meus colegas de turma: Francisca, Tereza, Aguiar, Wellington, Adriana, Maycon e Ester, por todos os momentos divertidos e de aprendizado que tivemos durante o curso.

*"Em todos os seus sonhos mais belos o homem nunca soube inventar coisa mais bela do que a natureza"*

*Alphonse de Lamartine.*

## **Resumo**

O objetivo deste trabalho foi avaliar a dinâmica da fisiologia das plantas de cobertura sob regime hídrico variável. O experimento foi conduzido na Embrapa Cerrados (Planaltina-DF) em um latossolo vermelho, textura argilosa, fase cerrado avaliando durante os meses de abril a outubro três plantas de cobertura: amaranto, quinoa e milho. A irrigação foi calculada de acordo com a velocidade de uma barra irrigadora ligada a um carretel, e após 30 dias do plantio, foi iniciado o controle da lâmina, de 117 a 597 mm (irrigação em níveis) durante o ciclo, o que proporcionou variabilidade no crescimento vegetal. As unidades experimentais foram constituídas com 8 linhas de semeadura das espécies, espaçadas de 0,4 metro, com oito metros de comprimento, resultando numa área de 25,6 m<sup>2</sup>. Cada lateral da barra irrigadora irrigou 4 parcelas, concentrando as maiores lâminas na área central (line source). Foi adotado o delineamento de blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, sendo a parcela principal o nível de água e a sub parcela a espécie de cobertura (amaranto, quinoa e milho), com quatro repetições. Após início do tratamento com irrigação foram avaliadas semanalmente variáveis fisiológicas: conteúdo relativo de água (CRA), indicadores de clorofila e área foliar. Todo o sistema foi manejado como plantio direto. As variáveis fisiológicas investigadas apresentaram comportamento adverso para as espécies e lâminas aplicadas. Para o CRA a quinoa apresentou maior estabilidade de água retida na folha. O milho apresentou maior Índice de Clorofila Falker (IFC) da clorofila A ao longo do ciclo comparando com a quinoa e o amaranto. As oscilações do IFC da clorofila B para o milho e para a quinoa após a metade do ciclo ocasionaram em aumento do percentual de clorofila A e a redução da clorofila total para as maiores lâminas. A área foliar do amaranto e da quinoa foi variável para as lâminas aplicadas, enquanto o milho adaptou a área foliar em função das lâminas aplicadas.

**Palavras-chave:** estresse hídrico; pseudocereais; line source

## **Abstract**

The objective of this research was to evaluate the dynamics of plant physiology coverage under variable water regime. The experiment was conducted at Embrapa Cerrados (Planaltina-DF) in a Red Latosol, clayey, dense phase evaluating during the months from April to October three cover crops: amaranth, quinoa and millet. Irrigation was calculated according to the speed of an irrigant bar connected to a spool, allowing 30 days after planting, the dozer control range 117-597 mm (irrigation levels) throughout the cycle, providing variability in plant growth . It adopted the design of randomized blocks in split plot and the main portion the water level and the sub plot the kind of coverage (amaranth, quinoa and millet), with four replications. The experimental units were 8 planting rows of species, spaced 0.4 meters, eight meters long, resulting in an area of 25.6 m<sup>2</sup>. Each side of the irrigating bar 4 irrigated plots, concentrating the largest blades in the central area (line source). After initiation of treatment with irrigation were evaluated weekly physiological variables relative water content, chlorophyll indicators and leaf area. The whole system is managed as tillage. The investigated physiological variables showed adverse behavior for the species and applied blades. For the CRA quinoa showed higher retained water stability on the sheet. Pearl millet had higher chlorophyll The IFC over the cycle compared to the quinoa and amaranth. Fluctuations chlorophyll IFC B to millet and quinoa after the half cycle resulted in increased chlorophyll and the percentage reduction of chlorophyll for larger blades. The leaf area of amaranth and quinoa was variable for different water depths, while millet adapted the leaf area in the applied blades.

**Key words:** hydric stress; pseudocereals; line source.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. JUSTIFICATIVA.....	4
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	6
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

## 1. INTRODUÇÃO

A agricultura vem passando por mudanças de paradigma, com a utilização de novas práticas de manejo e conservação do solo. Dentre estas, o plantio direto, que possui múltiplos benefícios e se baseia na aplicação e manutenção da matéria orgânica, com resíduos vegetais na superfície do solo, evitando a sua movimentação. Para ser bem sucedido, este sistema faz-se necessária a rotação de culturas, e que preferencialmente possuam potencial para produção de grãos e cobertura do solo com biomassa residual (ERASMO *et al.*, 2004).

O uso de plantas de cobertura do solo apresenta-se como uma opção econômica e viável para agricultores de baixa renda, com relação a irrigação e também produção de biomassa, pois estas plantas mantém a umidade do solo. No cerrado central pouco se sabe sobre a utilização de diferentes tipos de plantas de cobertura, que visem o resgate da agricultura tradicional, sejam resistentes e que possuam uma boa adaptação às condições locais, tornando-se grandes aliadas dos pequenos produtores. Alguns pseudocereais apresentam tais características.

Pseudocereais são grãos que não fazem parte da família dos cereais, porém, possuem características semelhantes. Destacam-se por possuírem alto teor de proteínas, vitaminas, minerais, com ausência de glúten (FARFAN *et al.*, 2005).

De acordo com Ramos Júnior *et al.* (2013), a entressafra é um período com baixa disponibilidade hídrica, sendo assim, é importante a escolha de espécies a serem empregadas como planta de cobertura, neste caso o Milheto (*Pennisetum glaucum*) pertencente á família das poaceae, é uma planta anual, originária das savanas africanas podendo ser usada para pastoreio, feno, produção de grãos e silagem, e apresenta um ciclo de até 130 dias (BRAZ *et al.* 2005).

Segundo Netto e Durães (2005):

“Com a manutenção da palha do milheto sobre o solo e a conseqüente criação de condições para o desenvolvimento e a manutenção da fauna microbiana, as pesquisas constataram maior aeração do solo e melhor distribuição de nutrientes, o que resulta em menor necessidade de adubação e calagem (NETTO E DURÃES, 2005).”

O milheto possui um sistema radicular profundo, e isto permite que ele extraia boas quantidades de nutrientes dos solos mais pobres. O que pode indicar que o milheto

até mesmo em condições com pouca umidade e baixa fertilidade, se mostra mais produtivo do que outras culturas produtoras de fitomassa (DANTAS; NEGRÃO, 2010, p. 5).

*Chenopodium quinoa* (Quinoa) é uma planta originária dos Andes, com um elevado valor proteico (14%) e possui bom desenvolvimento em condições com limitações ambientais (CASAS, 2012). No Brasil, tem-se o objetivo que a planta tolere o estresse da seca, acidez do solo e as baixas temperaturas, e tenha maiores rendimentos no quesito de grãos e biomassa (SPEHAR, 2006). A Quinoa apresenta muitas estratégias de adaptação ao déficit hídrico, tanto fisiológico como morfológicas. Possuindo uma cadeia de aminoácidos completos, a quinoa passa a ser uma peça chave para diversificar os agro ecossistemas da região centro oeste (CUNHA, 2014).

Dentre os múltiplos cereais, a quinoa destaca-se pela presença de uma proteína parecida com a caseína do leite e também a falta de proteínas que formam o glúten, podendo ser consumida por pessoas portadoras da doença celíaca (SAMPAIO, 2014). Um importante componente presente na quinoa é o oxalato de cálcio. Segundo Spehar (2003), a predominância do oxalato de cálcio nas folhas, faz com que a planta retenha umidade, fator desejável para o estresse hídrico.

Da família das dicotiledôneas, o amaranto (*Amaranthus cruentus*), originário da América Latina e comumente cultivado no México, Peru, Bolívia e nas planícies altas de Nebraska (EUA), possui grande potencial para a região do cerrado (ERASMO *et al.* 2004). Também possuindo múltiplos usos, o amaranto é utilizado tanto na alimentação humana e animal, quanto na indústria, medicina e ornamentação (GUIMARÃES, 2013).

O amaranto possui metabolismo C4, plantas deste gênero possuem uma adaptação evolutiva que as permite um metabolismo mais eficiente em meio a recursos limitados, acontece que o CO<sup>2</sup> se incorpora a moléculas de 4 carbonos (oxaloacetato) (LUNA; HERNANDEZ; LIMÓN, 2015).

A valiosa característica do Amaranto que se diferencia dos cereais de altas planícies da América do Sul é a capacidade de suportar temperaturas que variam de 35° a 45° com alta luminosidade, podendo se desenvolver e frutificar nestas condições (FARFAN; MARCÍLIO; SPHEAR, 2005).

O cerrado central possui estações geralmente definidas, como bem seca no inverno e chuvosa no verão. Sendo assim, a água pode ser um fator limitante no período da seca, podendo comprometer o crescimento das plantas. “A tolerância da planta ao déficit hídrico parece ser um importante mecanismo de resistência para manter o processo produtivo em condições de baixa disponibilidade de água às plantas” (SANTOS, 1998, p. 287).

## **2. JUSTIFICATIVA**

O sistema de plantio convencional ocasiona a compactação do solo favorecendo a erosões e tornando-se um manejo insustentável, muito diferente deste sistema, o plantio direto (SPD) possui um manejo sustentável, e utiliza práticas agroecológicas.

Quando se utiliza o sistema de plantio direto no período da entressafra, algo de extrema importância, é a obtenção de matéria proveniente das plantas para cobrir o solo, e pseudocereais possuem características que ajudam a manter a água e nutrientes, criando um microclima no solo.

O amaranto, milho e a quinoa são pseudocereais com grande quantidade de nutrientes, algumas com metabolismo C4 e C3, resistentes ao déficit hídrico e com grande potencial granífero, o que pode ser uma alternativa para agricultura familiar, que deseja resgatar o cultivo destas plantas tradicionais e que gerem renda, podendo ser utilizadas na medicina, alimentação, como fabricação de pães, farinhas, bolos, etc.

Com a realização desse trabalho tem-se a intenção de obter-se mais resultados sobre a diversidade de cultivos com plantas de cobertura, visando à sustentabilidade, práticas agroecológicas, empregando características como tolerância à seca, melhoria da qualidade do solo e a utilização de plantas não convencionais para agricultura familiar.

### **3. OBJETIVO**

#### **3.1. Objetivo Geral**

Avaliar a influência de regimes hídricos na fisiologia das plantas de cobertura sob plantio direto.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

Calibrar metodologias de análise rápida para obtenção das mensurações fisiológicas.

Identificar e estimar a dinâmica das variáveis fisiológicas durante o ciclo das culturas sob regime hídrico variável.

Diferenciar a tolerância das coberturas vegetais ao déficit hídrico.

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido na Embrapa Cerrados (Planaltina-DF) uma região com latossolo vermelho, textura argilosa, avaliando de 18 de maio a 16 setembro de 2014, três plantas de cobertura: amaranto, milho e quinoa. A irrigação foi calculada com a velocidade de uma barra irrigadora com 40 m, ligada a um carretel, permitindo 30 dias após o plantio o controle da lâmina (line source) variando de 117 a 597 mm (irrigação em níveis) durante todo o ciclo (Figuras 1 e 2).



Figura 1- Copos amarelos representando divisão de parcelas.



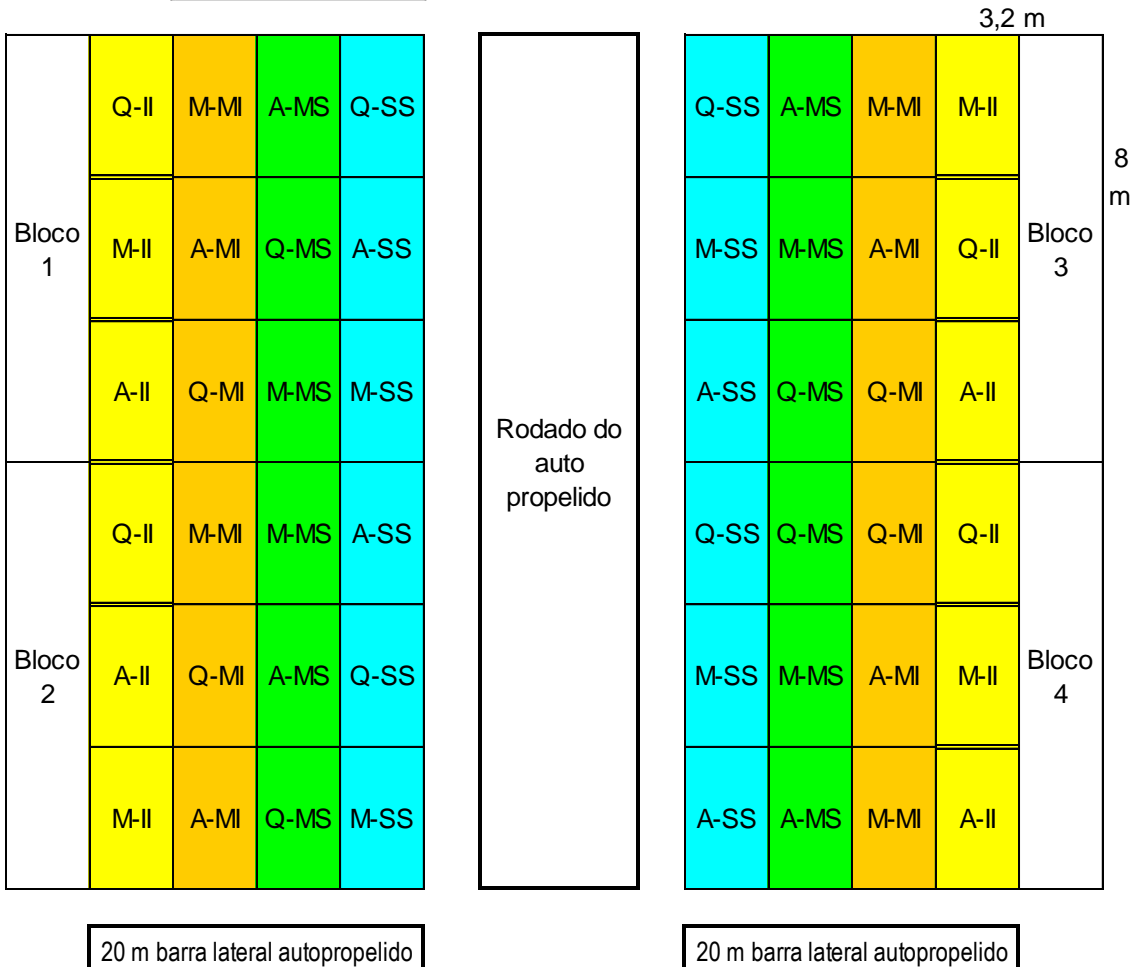
Figura 2- Barra irrigadora.

Foi adotado um delineamento em blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas (48) sendo a parcela principal o nível de água e a sub parcela a espécie de cobertura, com quatro repetições: Inferior (II) que recebeu menor quantidade de água,

Média Inferior (MI), Média Superior (MS), e Superior(SS) com maior quantidade de água. As unidades experimentais foram constituídas por 8 linhas de semeadura das espécies, com espaçamento de 0,4 metro, com oito metros de comprimento, resultando numa área de 25,6 m<sup>2</sup> (figura 3). Todo o sistema foi manejado como plantio direto.

Unidade experimental:	8	3,2
	25,6	
Distância entre parcelas:	1 m comprimento	
	1 m largura	

106	Comprimento
15,8	Largura
1675	m2



Identificação dos Tratamentos

Fator A	Fator B			Ensaio principal
	Quinoa	Amaranto	Milheto	
II	Q-II	A-II	M-II	Lâmina Inferior
MI	Q-MI	A-MI	M-MI	Lâmina Média Inferior
MS	Q-MS	A-MS	M-MS	Lâmina Média Superior
SS	Q-SS	A-SS	M-SS	Lamina Superior

Plantio (P)	14/05/2014
Emergência (E)	19/05/2014
1ª coleta destrutiva	18/06/2014
Início Line Source (I)	20/06/2014
2ª coleta destrutiva	25/06/2014
3ª coleta destrutiva	01/07/2014
4ª coleta destrutiva	09/07/2014
5ª coleta destrutiva	16/07/2014
6ª coleta destrutiva	22/07/2014
7ª coleta destrutiva	29/07/2014
8ª coleta destrutiva	05/08/2014
9ª coleta destrutiva	12/08/2014
10ª coleta destrutiva	19/08/2014
11ª coleta destrutiva	26/08/2014
12ª coleta destrutiva	02/09/2014
13ª coleta destrutiva	09/09/2014
14ª coleta destrutiva	16/09/2014

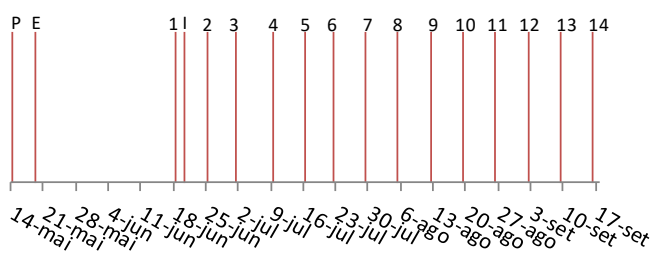


Figura 3 – croqui experimental com partição das parcelas.

Para a realização do experimento foram feitas coletas semanais das plantas, iniciando a coleta aos 31 dias após a emergência e a irrigação em níveis aos 33 dias e depois coletas sucessivas aos 37, 44, 51, 58, 65, 72, 79, 86, 93, 100 e 107 dias após a emergência.

### 5.1. Conteúdo Relativo de Água

O conteúdo relativo de água (CRA) correspondente á quantidade de água medida em um dado instante de um tecido, comparada com a máxima quantidade de água que ele poderá reter. Foram coletadas folhas completamente desenvolvidas todas as quartas feiras antes do amanhecer (às 4 horas da manhã). Estas folhas eram acomodadas em uma caixa de isopor e levadas ao laboratório de biologia vegetal da Embrapa Cerrados. Utilizou-se a metodologia descrita por Barrs e Weatherley (1962), para a pesagem de amostras foliares da massa fresca (MF), túrgida (MT) e seca (MS), usando a fórmula: 
$$CRA = \frac{(MF-MS)}{(MT-MS)} \times 100.$$
 Eram extraídos discos foliares de cada planta e armazenados em placas de petri e pesagem imediata em uma balança de precisão com 4 casas decimais, determinando-se a massa fresca, Posteriormente aplicava-se 10 mL de água Milli-Q em cada placa de petri cobertas com papel filtro para submersão dos discos foliares e armazenadas em uma sala refrigerada com temperatura de 18 a 21°C durante 32 horas. No dia seguinte, todas as placas eram retiradas para a pesagem da massa túrgida, retirando o excesso d'água com um lenço de papel. Para obtenção da massa seca os discos foliares foram acondicionados em estufa com a temperatura de 68°C durante 32 horas.

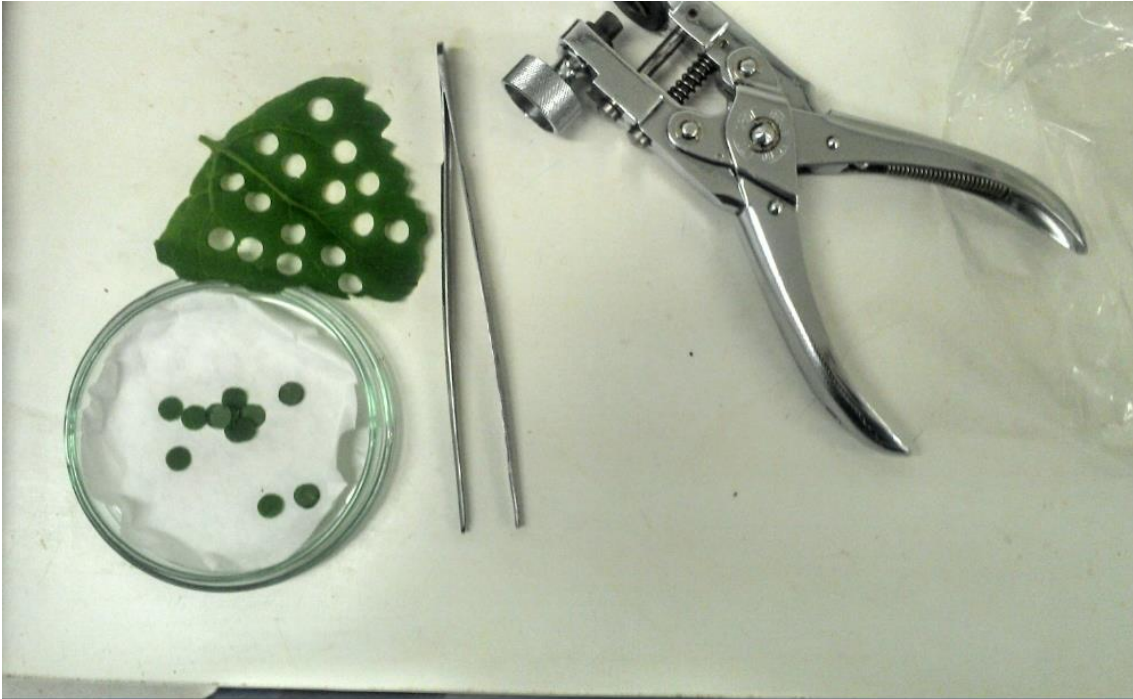


Figura 4- Discos foliares de uma folha de quinoa.

## 5.2. Área Foliar

A área foliar foi quantificada mediante coletas destrutivas (retirada da planta por inteiro) de uma planta em cada parcela utilizando o equipamento Li 3100C Area Meter.



Figura 5- Aparelho medidor de área foliar.

### 5.3. Índices de Clorofila

Durante o experimento também foi possível medir os índices de a clorofila A e B de três plantas de cada espécie por parcela utilizando o aparelho portátil ClorofiLOG modelo CFL 1030, da Falker Automação Agrícola. O aparelho contém diodos quem são capazes de emitir luz, que passam pela amostra da folha chegando a um receptor o fotodiodo de silício, convertendo a luz em sinais elétricos analógicos.

Assim são realizadas as leituras de clorofila A e B. O aparelho ClorofiLOG fornece resultados em unidades adimensionais, valores IFC (Índice de Clorofila Falker) (Falker, 2008). As medições não destrutivas do teor de clorofila foram realizadas na véspera das coletas destrutivas.

## 4. Levantamento de Dados

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as interações significativas entre os tratamentos foram avaliados mediante modelos de regressão ao nível de 5% de probabilidade utilizando o software SisVar 5.3.



Figura 6- Obtenção de dados.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O CRA não apresentou significância para as lâminas de irrigação, todavia a aplicação em níveis (33 dias após a emergência) reduziu, progressivamente, a oferta hídrica total no ensaio. Aos 65 dias o CRA se igualou para todas as plantas (Figuras 7 e 8). Dos 31 aos 58 dias, o milho e o amaranto se apresentaram superior à quinoa. Após 72 dias após a emergência a contínua redução no ensaio da disponibilidade hídrica destacou a quinoa com conteúdo hídrico na folha superior ao amaranto, enquanto o amaranto foi superior ao milho. De acordo com Slabbert e Kruger (2011), em um experimento avaliando condições de déficit hídrico utilizando *Amaranthus hypocondriacus* e *Amaranthus hybridus* constatou-se o seguinte resultado: após 17 dias de estresse hídrico houve redução do CRA para 33% e 48% respectivamente enquanto o CRA médio do amaranto neste ensaio atingiu valores inferiores à 50% somente após os 107 dias.

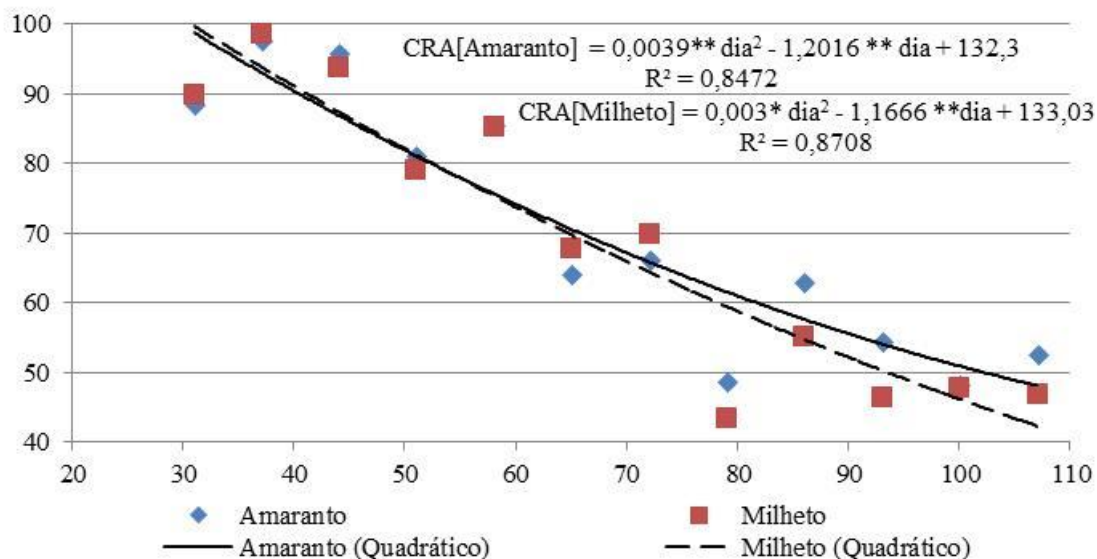


Figura 7- Conteúdo Relativo de Água do Amaranto e Milheto.

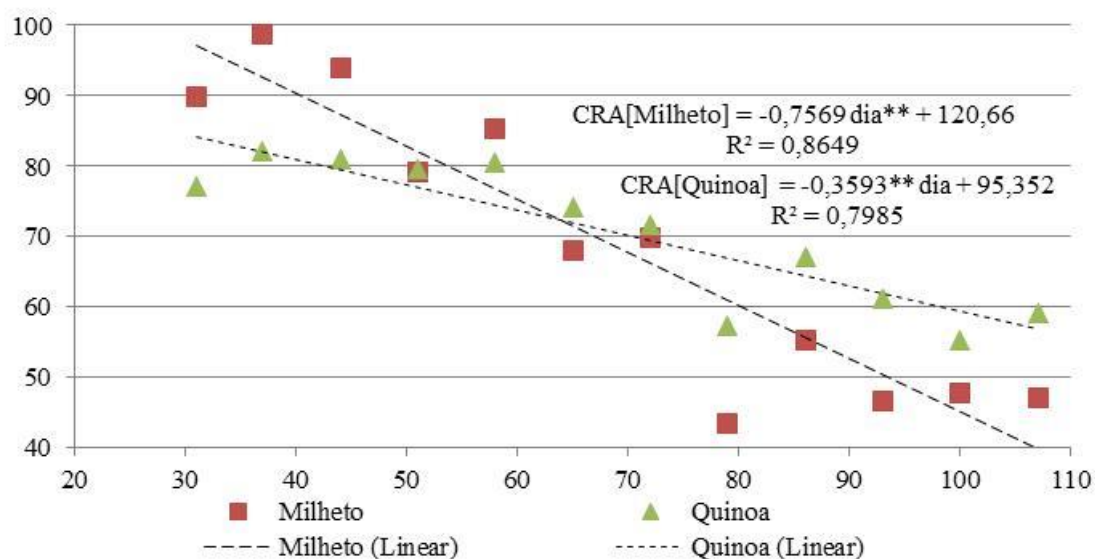


Figura 8 – Conteúdo relativo de água do Milheto e Quinoa.

Apesar de não diferenciarem os tratamentos hídricos, no computo geral ao longo do ciclo, cada coleta indica uma menor disponibilidade hídrica do ensaio coerente com a redução contínua do CRA em todas as espécies estudadas, com destaque para a quinoa que apresentou maior estabilidade no CRA.

Com relação ao IFC da clorofila A (Figura 9), pode-se observar que o amaranto II manteve-se crescente dos 31 dias aos 51 dias e após este período apresentou degradação acentuada da clorofila, comparando ao amaranto MS e MI, que foram semelhantes, diminuindo o IFC da clorofila A somente após os 65 dias. O milho MI e SS mantiveram IFC da clorofila A semelhante até os 58 dias e acentuada redução do SS após os 79 dias; mesmo sem ajuste de regressão, observa-se a intensa degradação de clorofila na lâmina II no período de 72 dias até 93 dias, coerente com o estresse hídrico pronunciado submetido no ensaio. A quinoa MS diminuiu o IFC da clorofila A aos 65 dias enquanto o SS, decresceu aos 51 dias. Todas as espécies apresentaram IFC máximo da clorofila A próximo de 45 e redução variável até o final do ciclo, na seguinte ordem: AII < Q-SS < A-MI=A-MS < M-SS < Q-MS < M-MI. O amaranto SS, o milho II e MS e a quinoa II e MI não apresentaram uma degradação da clorofila A ao longo do tempo que permitisse um ajuste da regressão.

Até os 59 dias o IFC da clorofila B apresentou oscilações próximas para todas as espécies (Figuras 12, 13 e 14). Após este período apenas a quinoa apresentou alguma

tendência de diferenciação com as lâminas: quanto menor o estresse hídrico maior foi a redução do IFC da clorofila B.

A clorofila total do amaranto apresentou redução contínua apenas para a lâmina II (Figura 15 ). A clorofila total do milho diferenciou-se após 65 dias, com a seguinte ordem de degradação: SS > MS > MI. Um comportamento semelhante foi observado para a quinoa com maior degradação da clorofila total associada a maior lâmina.

A maior oscilação do IFC da clorofila B após os 65 dias (Figura 19), com tendência de redução, promoveu o aumento do percentual de clorofila A em todas as espécies (Figura 20), com ajustes de regressões quadráticas coincidindo o valor mínimo próximo aos 65 dias. O aumento relativo da clorofila A no milho e na quinoa foi evidenciado para as maiores lâminas de irrigação.

As oscilações do percentual de clorofila B (Figura 23) foram acentuadas para todas as espécies após os 65 dias, contudo apenas a quinoa apresentou um ajuste de regressão para a lâmina SS.

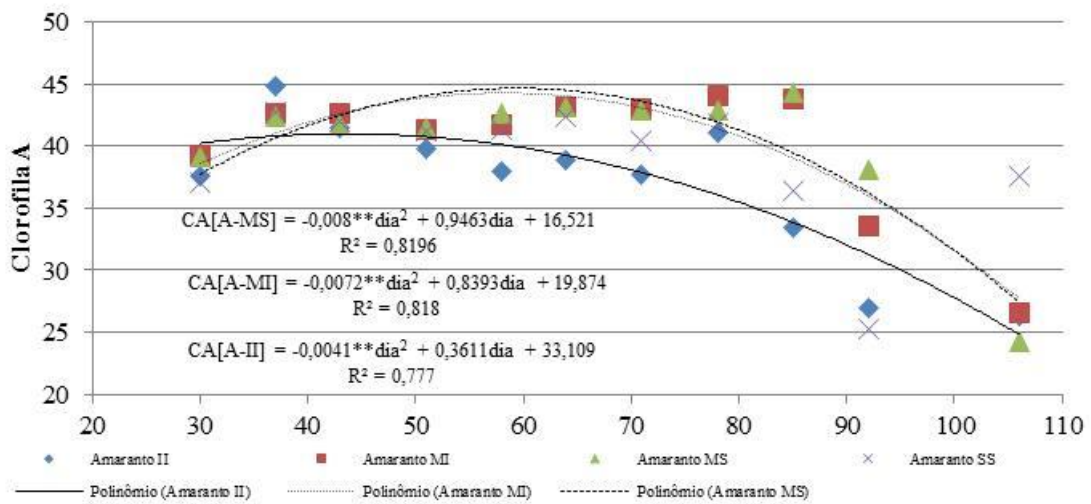


Figura 9- Clorofila A do Amaranto.

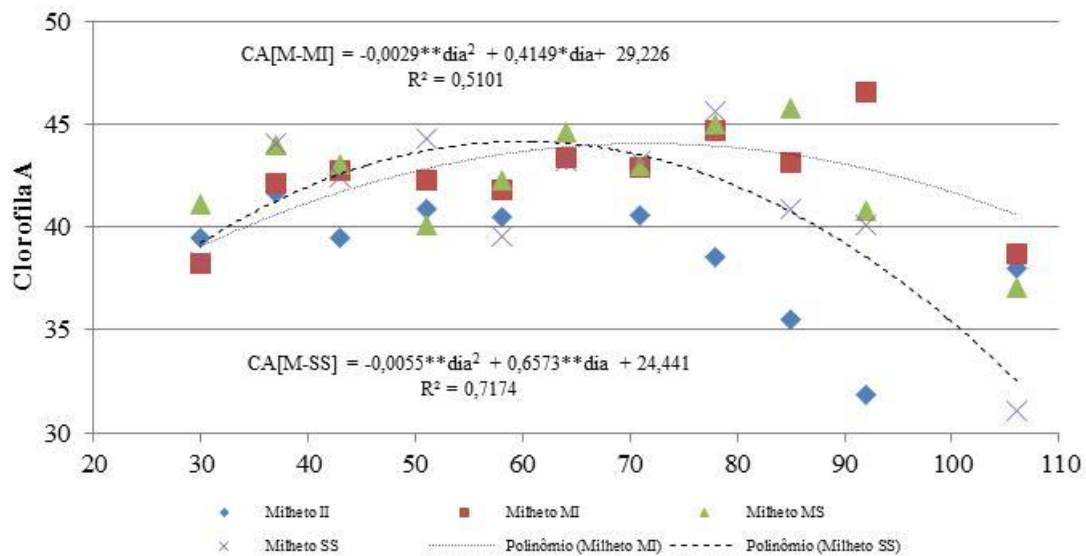


Figura 10- Clorofila A do Milheto.

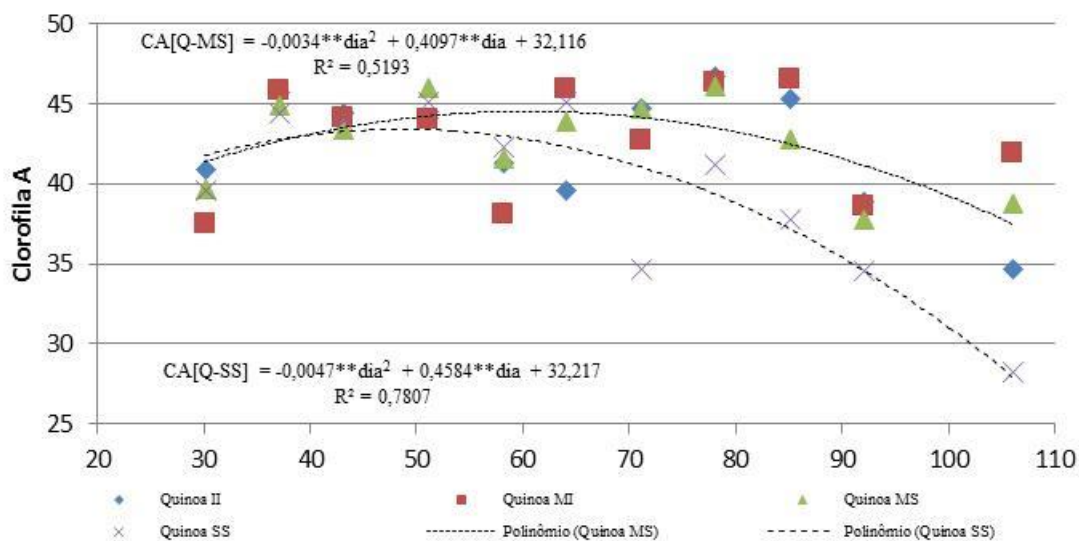


Figura 11 - Conteúdo de clorofila A da Quinoa.

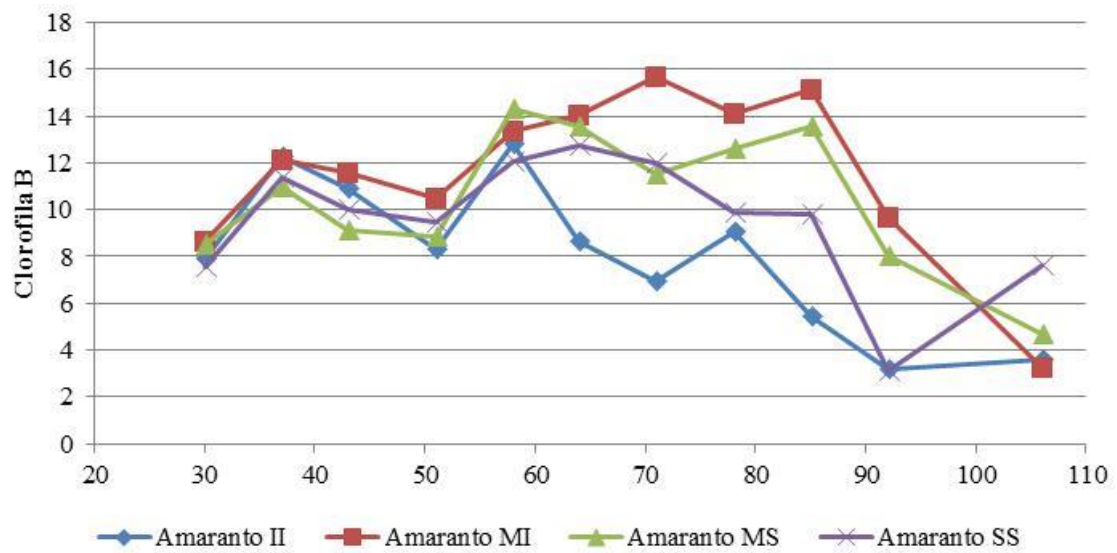


Figura 12- Clorofila B do Amarantho.

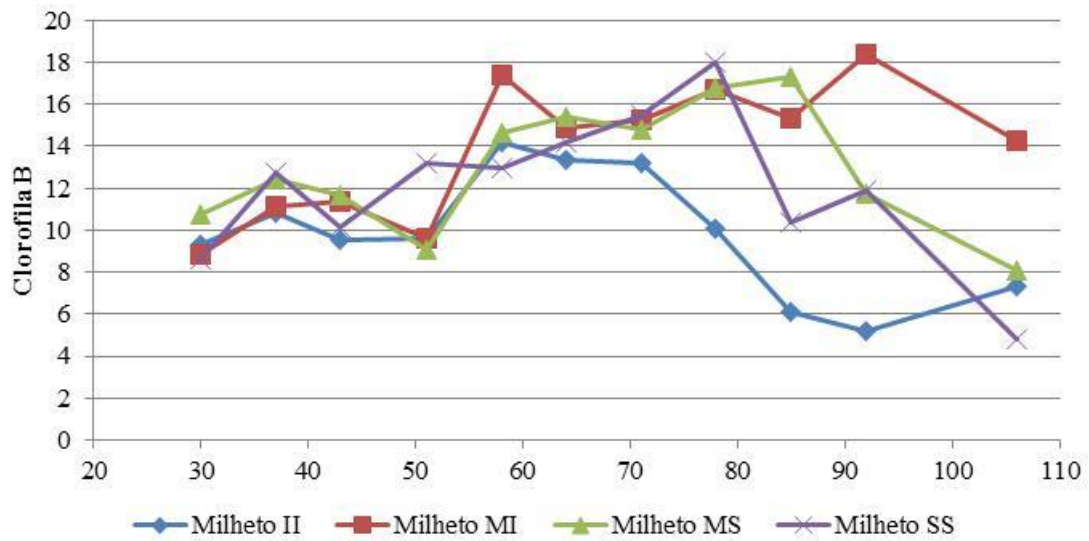


Figura 13- Clorofila B do Milheto.

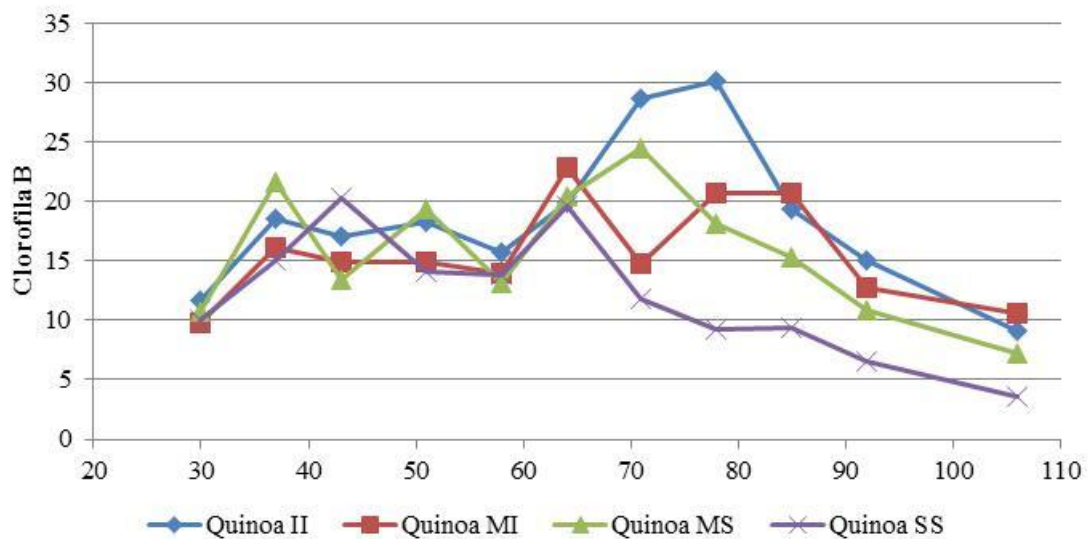


Figura 14 – Clorofila B da Quinoa.

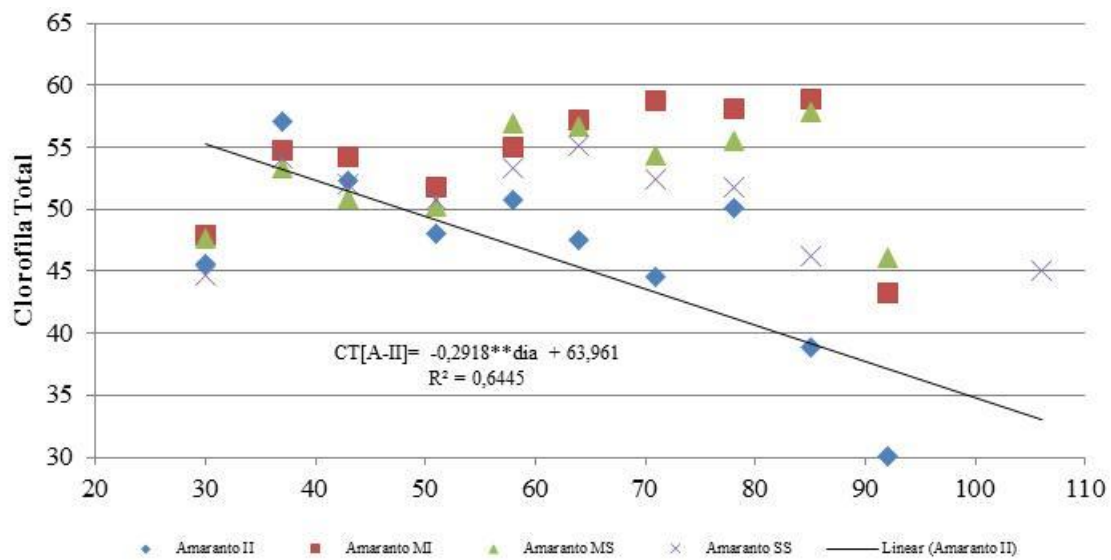


Figura 15- Clorofila Total do Amaranto.

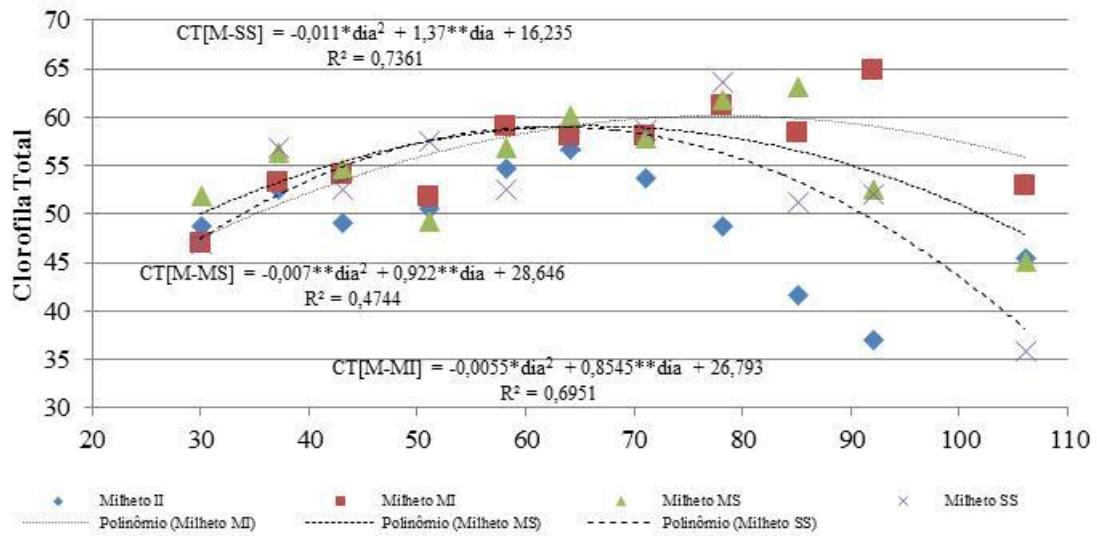


Figura 16- Clorofila Total do Milheto.

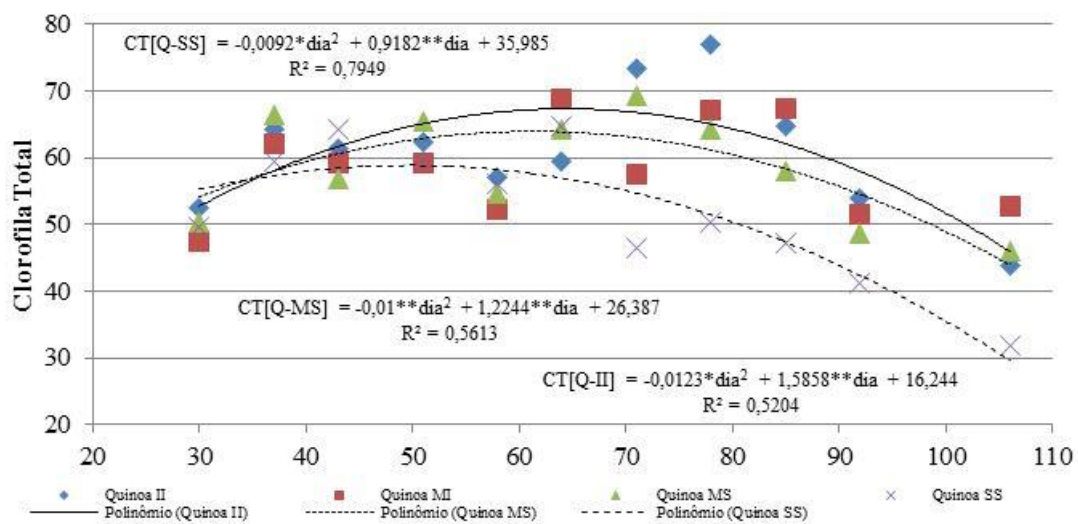


Figura 17 – Clorofila Total da Quinoa.

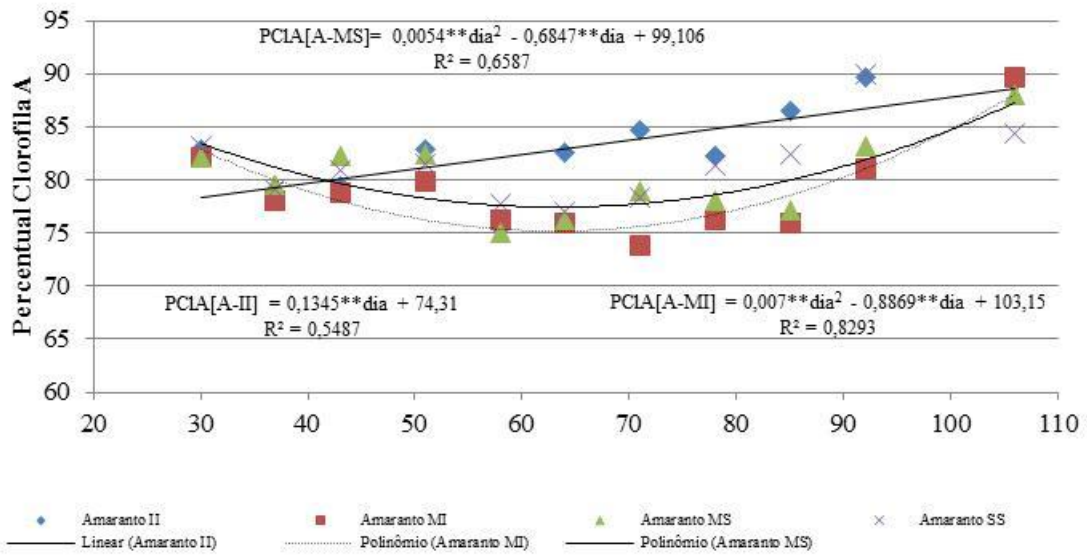


Figura 18- Percentual de Clorofila A do Amaranto.

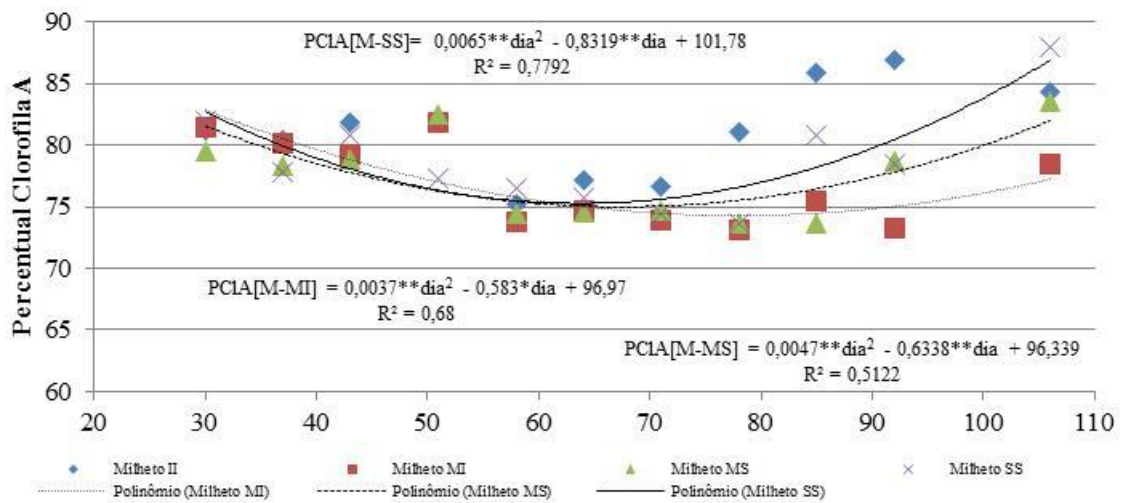


Figura 19- Percentual Clorofila A do Milheto.

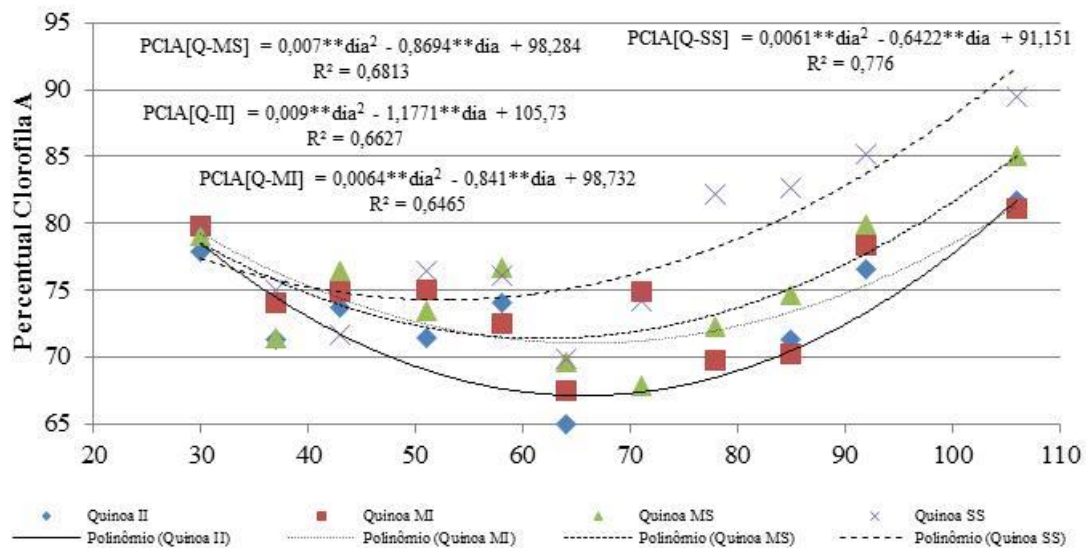


Figura 20 – Percentual de clorofila A da Quinoa.

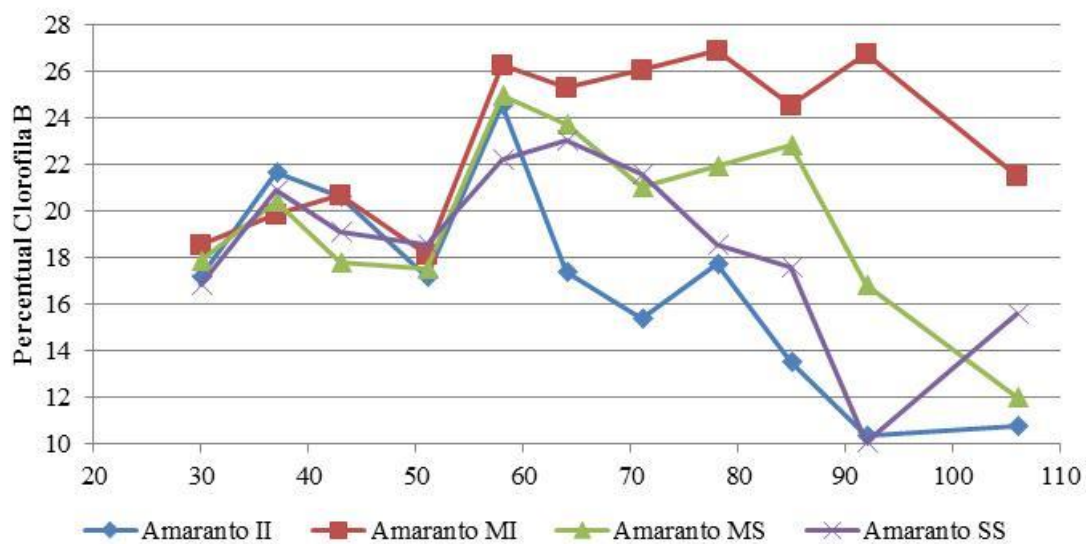


Figura 21- Percentual de Clorofila B do Amarantho.

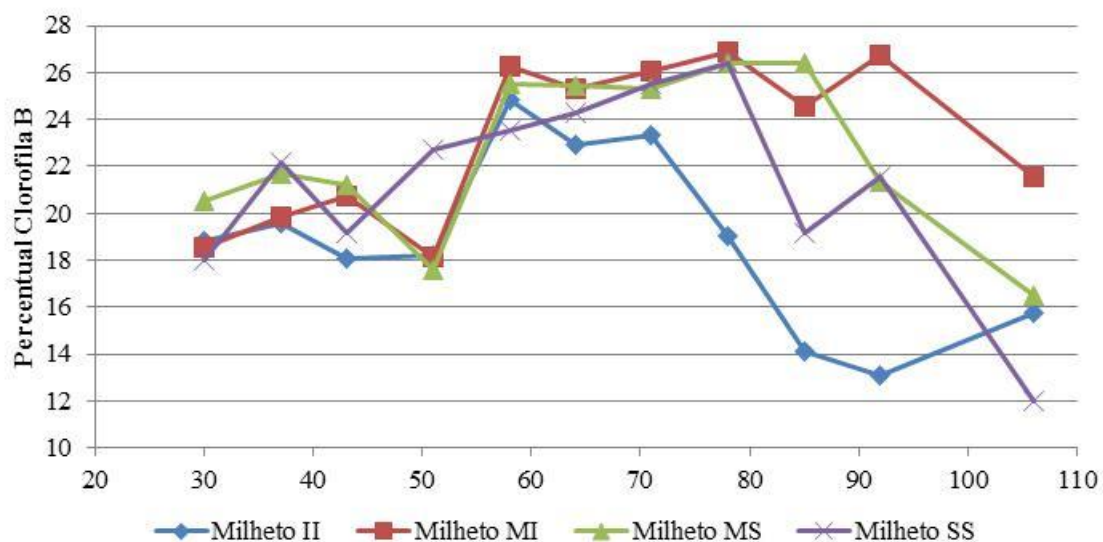


Figura 22- Percentual de Clorofila B do Milheto.

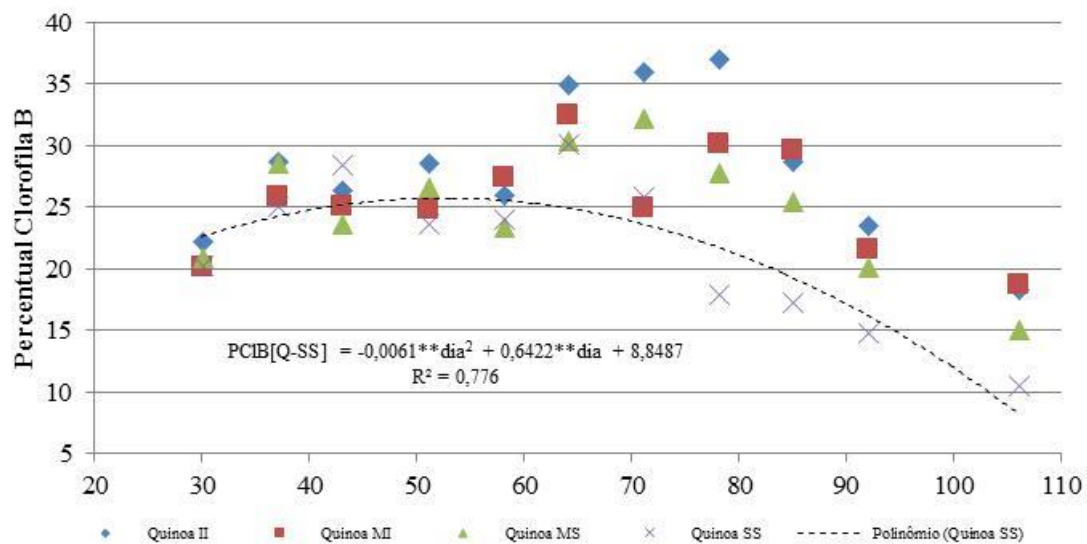


Figura 23 – Percentual de clorofila B da Quinoa.

A redução da área foliar do amaranto resultou-se de acordo com o envelhecimento das plantas no decorrer do tempo (figuras 24, 25 e 26). Sendo assim o amaranto II começou diminuindo aos 72 dias, o MI aos 79, o MS e o SS em 86 dias. As maiores áreas foram obtidas com as maiores lâminas.

O milho II a partir de 51 dias apresentou redução contínua da área foliar até a última coleta. MI, MS e SS apresentaram oscilação não permitindo um comportamento ajustável para uma equação de regressão, o que pode indicar uma tolerância a seca moderada para o principal perfilho coletado.

A área foliar da quinoa apresentou crescimento até os 58 dias para todas as lâminas. Após este período houve uma queda constante retornando crescimento aos 79 dias (aumento das folhas anexas as inflorescências) e por fim uma redução constante.

A maior área foliar foi obtida pelo amaranto ( $2.000 \text{ mm}^2$ ) seguido da quinoa ( $1.800 \text{ mm}^2$ ), para a lâmina SS.

O comprimento foliar do amaranto (figura 27) apresentou um comportamento semelhante a área foliar. O comprimento foliar da quinoa foi semelhante para as maiores lâminas, diferenciando o menor comprimento para a lâmina II. Para o milho as oscilações do comprimento foliar para o perfilho principal não possibilitaram ajuste da equação de regressão.

A largura máxima obteve um ajuste linear para o milho (figura 30), apresentando um crescimento de  $0,05 \text{ mm}$  por dia, e um ajuste cúbico para o amaranto com uma primeira fase de crescimento dos 31 até os 51 dias, reduzindo até 86 dias promovendo mais um ciclo de crescimento até os 107 dias.

O amaranto apresentou largura média da folha superior ao milho e a quinoa (figura 31), que se coincidiram no meio do ciclo.

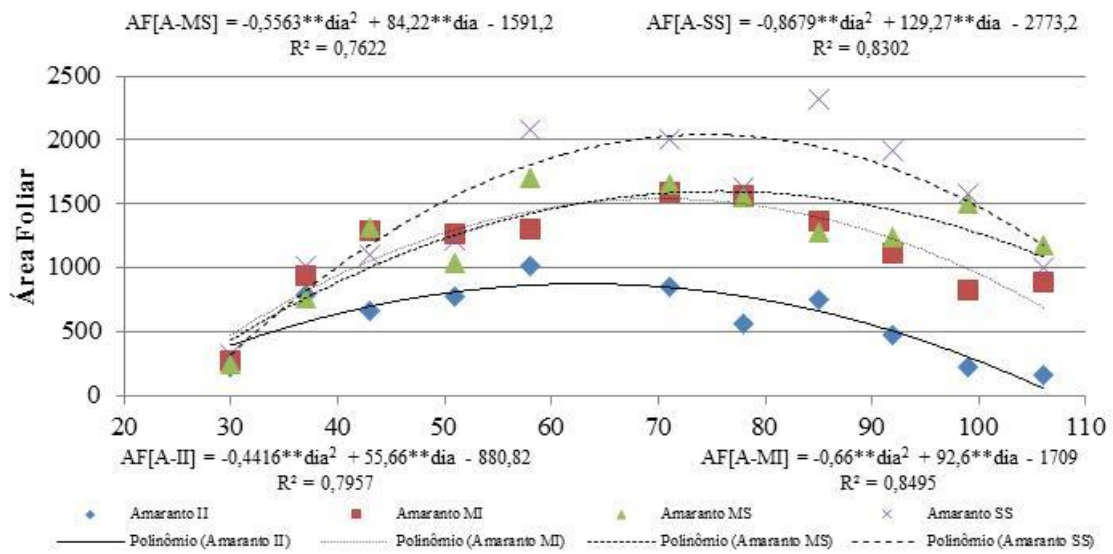


Figura 24- Área Foliar do Amaranto.

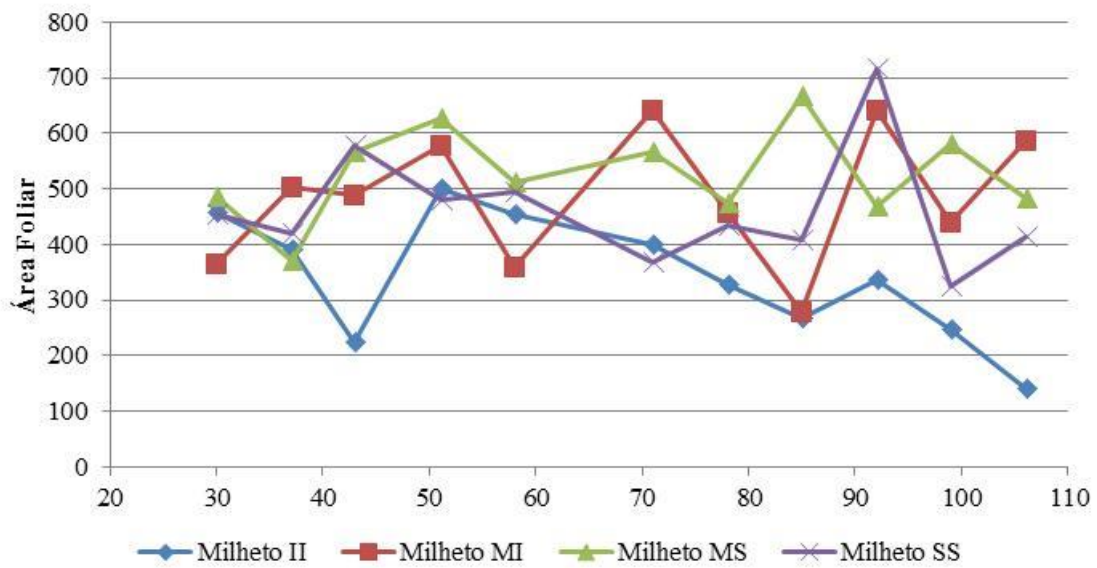


Figura 25- Área Foliar do Milheto.

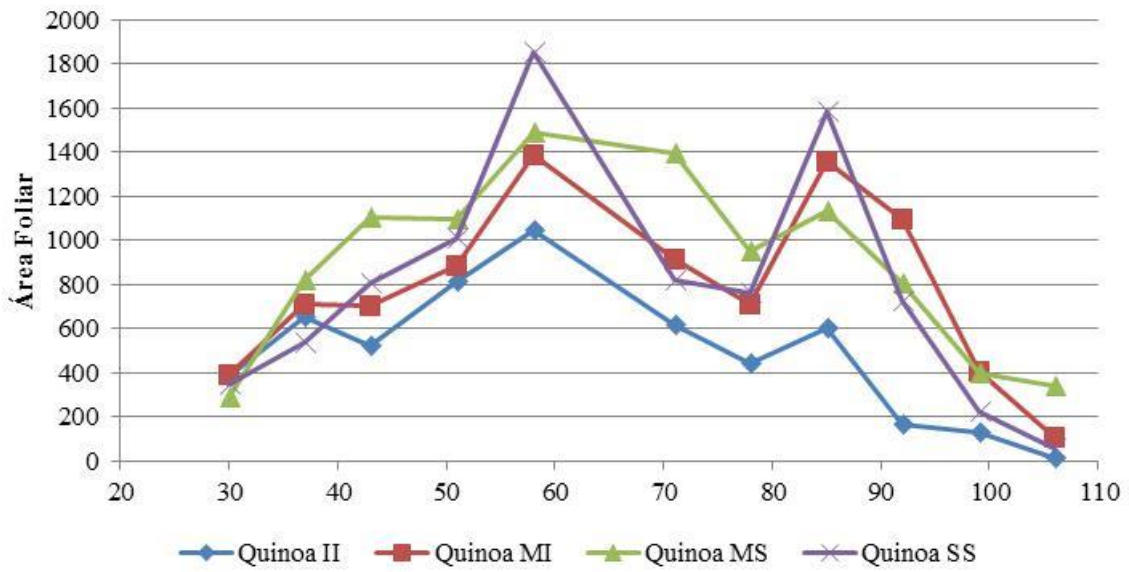


Figura 26- Área Foliar da Quinoa.

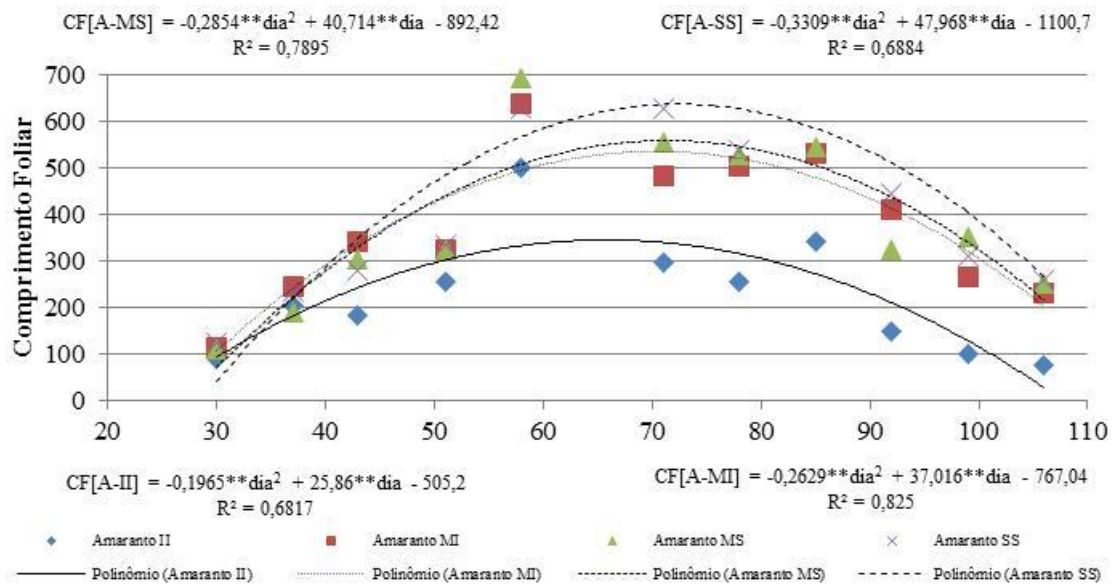


Figura 27- Comprimento Foliar do Amarantho.

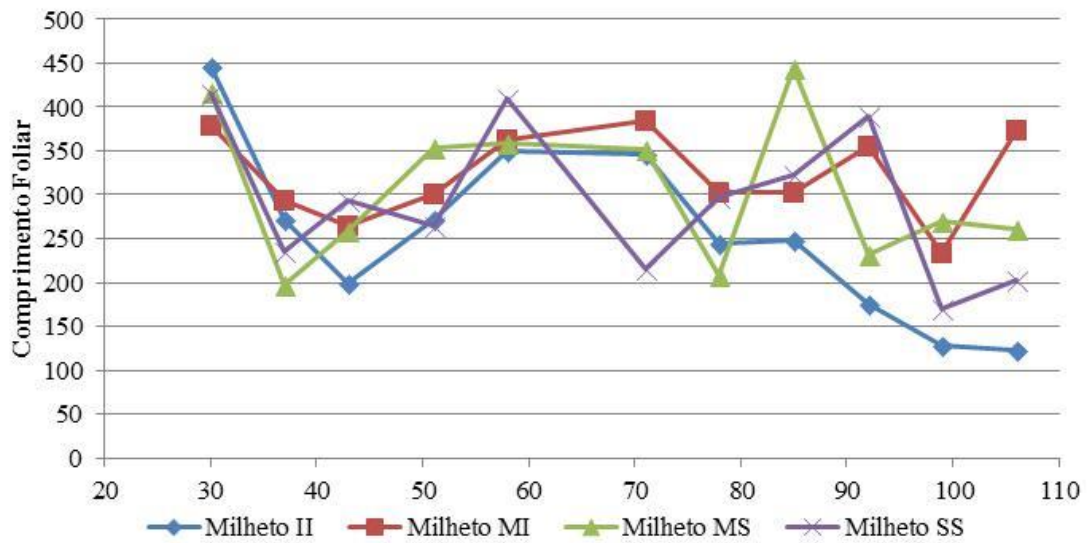


Figura 28- Comprimento Foliar do Milheto.

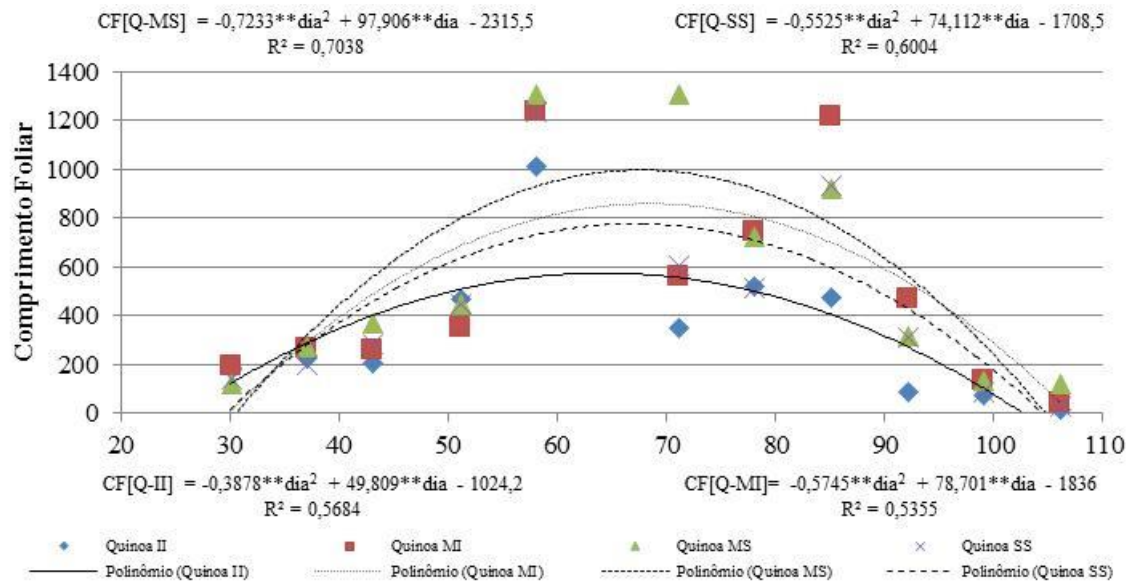


Figura 29 – Comprimento foliar da Quinoa.

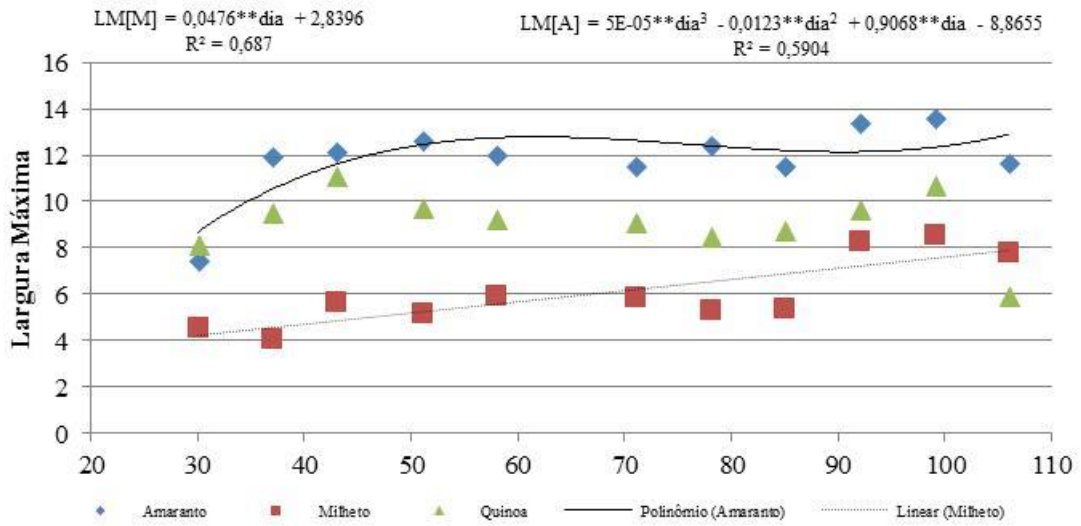


Figura 30 – Largura máxima do Milheto.

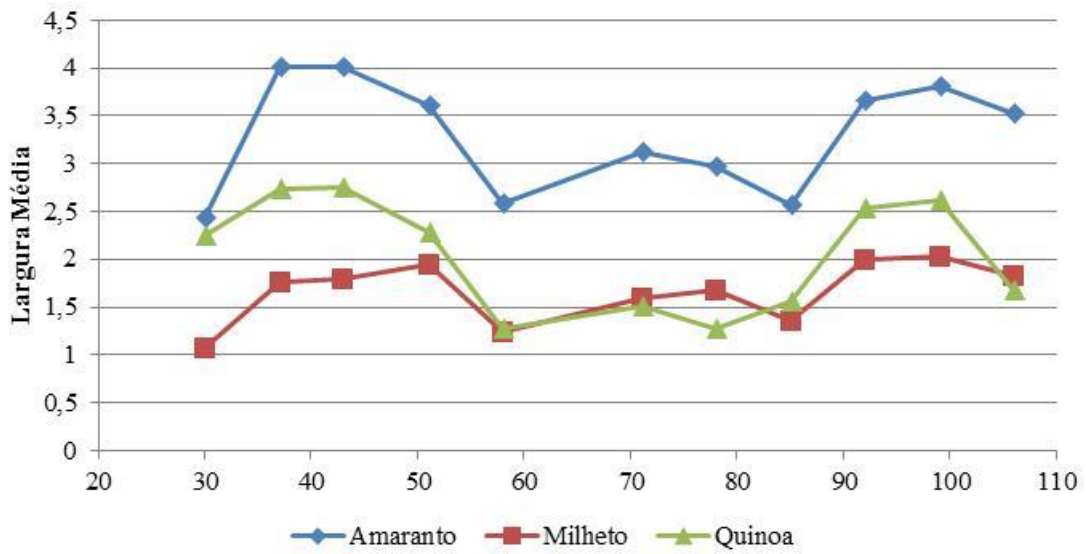


Figura 31 – Largura média do Amarantho.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E ENCAMINHAMENTOS**

As variáveis fisiológicas investigadas apresentaram comportamento adverso para as espécies e lâminas aplicadas. Para o CRA a quinoa apresentou maior estabilidade de água retida na folha. O milho apresentou maior IFC da clorofila A ao longo do ciclo comparando com a quinoa e o amaranto. As oscilações do IFC da clorofila B para o milho e para a quinoa após a metade do ciclo ocasionaram em aumento do percentual de clorofila A e a redução da clorofila total para as maiores lâminas. A área foliar do amaranto e da quinoa foi variável para as lâminas aplicadas, enquanto o milho adaptou a área foliar em função das lâminas aplicadas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARS, H. D.; WEATHERLEY, P. E. A Re-Examination of the Relative Turgidity Technique for Estimating Water Deficits in Leaves. **Australian Journal of Biological Sciences**, v. 15, n. 3, p. 413-428, abr. 1962.
- BRAZ, A. J. B. P.; KLIEMANN, H. J.; SILVEIRA, P. M. Produção de fitomassa de espécies de cobertura em latossolo vermelho distroférico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 1, p. 55-64, jan-abr. 2005.
- CASAS, R. M. **Adubação orgânica em condições de irrigação suplementar e seu efeito na produtividade da quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) no planalto central da Bolívia**. 2012. 99 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, Rio Grande do Sul.
- CUNHA, M. C. **Quinoa: Características agronômicas, nutricionais e determinação do vigor de sementes pelo teste de condutividade elétrica**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2014, 59p. Monografia.
- DANTAS, C. C. O.; NEGRÃO, F. M. Características agronômicas do Milheto (*pennisetum glaucum*). **PUBVET**, Londrina, v. 4, n. 37, Ed. 142, Art. 958, 2010.
- ERASMO, E. A. L. ; DOMINGOS, V. D. ; SPHEAR, C. R.; DIDONET, J. ; SARMENTO, R. A. ; CUNHA, A. M. Avaliação de cultivares de amaranto (*Amaranthus spp.*) em sistema plantio direto no sul do Tocantins. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 20, n.1, p. 171-176, jan-apr. 2004.
- FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA LTDA. Equipamento eletrônico portátil para medição do teor de clorofila em plantas, BUAES, A.G. ; DELVAN, F.H ; SILVA, M.A.M. Patente Brasileira, Int. Cl. G01N 21/25, BR PI0705579-0 AZ, 09/12/2008.
- FARFAN, A. J. ; MARCÍLIO, R.; SPEHAR, R. C. Deveria o Brasil investir em novos grãos para sua alimentação? A proposta do amaranto (*Amaranthus sp.*). **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 12, n.1, p. 47-56. 2005.
- GUIMARÃES, V. N. **Desempenho agrônomo de Amaranto BRS Alegria em diferentes densidades populacionais**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2013, 35p. Monografia.
- NETTO, D. A. M; DURÃES, F.O.M. Milheto: tecnologias de produção e agronegócio. **Embrapa Informação Tecnológica/ Milho e Sorgo**, Brasília, p.451. 2005.
- RAMOS JÚNIOR, E. U.; MACHADO, R. A.; OLIBONE, D.; CASTOLDI, G.; RAMOS, B. M. Crescimento de plantas de cobertura sob déficit hídrico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 47-56, jan-fev. 2013.

- SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.
- SAMPAIO, V. T. M.; SASSANO, C. E. N. Análise da composição centesimal, do valor calórico total da quinua real (*chenopodium quinoa willd*) e seu perfil de ácidos graxos. **Revista Educação-UnG**, Guarulhos, v. 9, n. 2, p. 66, 2014.
- SILVA, A. Z.; JACOBSEN, S. E.; RAZZAGHI, F.; FLORES, R. A.; RUIZ, K. B.; MORALES, A.; SILVA, H. Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013. In: BAZILE, D.; BERTERO, D.; NIETO, C. **Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013**. Santiago do Chile Montpellier/: FAO/, 2014. p. 2 – 22.
- SLABBERT, M. R.; KRUGER, J. H. G. Assessment of changes in phytosystem II structure and function as affected by water deficit in *Amaranthus hypochondriacus* L. and *Amaranthus hybridus* L. **Plant Physiology and Biochemistry**, Pretoria, v.49, n. 9, p. 978 – 984, set. 2011.
- SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. L. B.; NASSER, L. C. B. Diferenças entre *Chenopodium quinoa* e a planta daninha *Chenopodium álbum*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 487-491, 2003.
- SPEHAR, C. R. Adaptação da quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) para incrementar a diversidade agrícola e alimentar no Brasil. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 41-62, jan-abr. 2006.
- LUNA, A. R.; HERNÁNDEZ, D.; LIMÓN, S. M. Aprovechamiento Potencial del Amaranto. **Planta**, Nuevo León, v. 10, n. 20, set. 2015.