

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**AVALIAÇÃO DA CULTURA DO MILHO E DA DECOMPOSIÇÃO DA  
PALHADA SUBMETIDA À HORMESIS**

**SAULO FERNANDO GOMES DE SOUSA**

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da Unesp – Campus  
de Botucatu, para obtenção do título de  
Mestre em Agronomia (Energia na  
Agricultura)

BOTUCATU-SP

Fevereiro – 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**AVALIAÇÃO DA CULTURA DO MILHO E DA DECOMPOSIÇÃO DA  
PALHADA SUBMETIDA À HORMESIS**

**SAULO FERNANDO GOMES DE SOUSA**

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Hugo Benez

Co-orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Arbex Silva

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da Unesp – Campus  
de Botucatu, para obtenção do título de  
Mestre em Agronomia (Energia na  
Agricultura)

BOTUCATU - SP

Fevereiro – 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA  
INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA  
- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S725a Sousa, Saulo Fernando Gomes de, 1986-  
Avaliação da cultura do milho e da decomposição da palhada  
submetida à Hormesis / Saulo Fernando Gomes de Sousa. - Botucatu :  
[s.n.], 2013  
v, 61 f. : gráfs., tabs., fots. color.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013

Orientador: Sérgio Hugo Benez  
Co-orientadores: Paulo Roberto Arbex Silva  
Inclui bibliografia

1. Hormesis. 2. Milho. 3. Palha - Utilização. 4. Plantio  
direto. I. Benez, Sérgio Hugo. II. Silva, Paulo Roberto Arbex. III. .  
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de  
Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU**

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO: “AVALIAÇÃO DA CULTURA DO MILHO E DA DECOMPOSIÇÃO DA  
PALHADA SUBMETIDA À HORMESIS”**

ALUNO: SAULO FERNANDO GOMES DE SOUSA

ORIENTADOR: PROF. DR. SERGIO HUGO BENEZ

CO-ORIENTADOR: PROF. DR. PAULO ROBERTO ARBEX SILVA

Aprovado pela Comissão Examinadora



\_\_\_\_\_  
PROF. DR. PAULO ROBERTO ARBEX SILVA



\_\_\_\_\_  
PROF. DR. SILVIO JOSÉ BICUDO



\_\_\_\_\_  
PROF. DR. ANTONIO RENAN BERCHOL DA SILVA

Data da Realização: 19 de fevereiro de 2013.

Aos meus pais

Saulo Gomes  
de Sousa e Rosemeire Storti  
Gomes pelo exemplo de  
honestidade, humildade,  
dignidade e por todos os  
ensinamentos que levarei pelo  
resto da minha vida.

### **AGRADEÇO**

Ao meu irmão Maurílio Cezar  
Gomes de Sousa, por ser uma  
pessoa que apesar de nova  
demonstra tamanha  
personalidade e caráter, o que  
é cada vez mais raro dos dias  
atuais

### **DEDICO**

Aos meus Avós  
Rubens Storti, Rosa Taroco  
Storti, Albino Gomes de  
Sousa (in memória) e  
Esmeralda Beraldo Gomes,  
simplesmente por fazerem e  
ter feito parte da minha vida

### **OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. **Sérgio Hugo Benez** pela oportunidade concedida pela orientação e ensinamentos.

Ao professor Dr. **Paulo Roberto Arbex Silva** por seus ensinamentos, muitas vezes além da nossa área de pesquisa, por sua amizade, compreensão, por aceitar o trabalho de co-orientação e por muitas das vezes acreditar na minha capacidade e me fazer seguir em frente e enfrentar os desafios impostos pela profissão e pela vida.

Ao professor Dr. **Antonio Renan Berchol da Silva**, por não medir esforços e participar da banca de defesa de minha dissertação, e contribuir imensamente para a melhoria do trabalho.

Aos amigos e colegas de pós-graduação **Andre Luiz Gomes Job, Neilor Bugoni Riquetti, Indiamara Marasca, Leandro Augusto Felix Tavares, Tiago Pereira da Silva Correia e Diego de Lira Eiras**, pela ajuda prestada em todas as etapas do experimento sem a qual não seria possível a realização deste trabalho.

Aos professores **Silvio José Bicudo e Kléber Pereira Lanças** pelas sugestões e orientações prestadas para a realização correta das atividades essenciais ao desenvolvimento do trabalho.

Ao professor **Samir Paulo Jasper** pela ajuda na realização do trabalho e também das análises estatística dos dados.

Aos coordenadores do programa de pós-graduação Energia na Agricultura **Marco Antônio Martin Biaggioni e Adriano Wagner Ballarin** pela oportunidade oferecida.

Aos demais colegas de pós-graduação **Camillo Ferrarezi Giachini, Francielle Morelli Ferreira, Rígleia de Lima Brauer, Anderson Ravanny**.

À todos o professores do departamento de Engenharia Rural que de alguma forma contribuíram para melhorar este trabalho e minha formação acadêmica.

Ao supervisor do setor de produção vegetal da Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão **Mario de Oliveira Munhoz** pelo auxílio na disponibilização de máquinas e equipamentos durante a execução do trabalho no campo, sem as quais seria

impossível a realização do experimento além de todo o conhecimento técnico adquirido ao longo dos anos que nos foi transmitido.

Ao então residente de máquinas e posteriormente grandes culturas Vinicius Paludo pela ajuda prestada.

Aos demais funcionários da Fazenda de Ensino Pesquisa e Produção: Carlos Humberto Barbosa, Aparecido Bessa Ramon, Flavio César Galhardo, Milton Prudente, Acássio Tavares Filho, Jesus Frade Pontes, Pedro Damaceno Alho, Clóvis Aparecido Pires, Ademir Pereira, Josias Florêncio, José Baptista da Silva, Anselmo Ribeiro, Elisabete Martins de Almeida, Luciano Alves, Dirceu Ferreira de Jesus e Antônio Rodrigues pela colaboração na realização do trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural Dejair Martiniano Ribeiro, Gisele Aparecida Lúcio, Maury Torres da Silva, Silvio Sabatini Simonetti Scolastici e Gilberto Winckler pela ajuda prestada durante o curso.

A todas as funcionarias da seção de Pós-Graduação pela atenção e orientação em todos os atendimentos durante o curso.

Aos estagiários que auxiliaram nas atividades de campo: Luis Otávio Oliveira Borsoni e Lucas Fernandes, Flávio H. Licorio Leira, Sidnei Pablo Zambianco, Thales G. Cardoso, Petrus Daffara Veldt.

Ao Centro Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela concessão da bolsa de estudos, fundamental para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS .....	9
LISTA DE TABELAS .....	10
RESUMO .....	11
PALAVRAS CHAVE.....	12
SUMMARY .....	13
KEY WORDS.....	14
1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	17
2.1. Cultura do milho .....	17
2.2. Sistema de Plantio Direto (SPD) .....	19
2.3. Efeito Hormesis na Agricultura.....	22
2.4. Biomassa.....	25
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1 Material.....	29
3.1.1 Área experimental.....	29
3.1.2 Classificação do Solo .....	30
3.1.3 Medida da precipitação pluvial .....	30
3.1.4 Máquinas e implementos .....	30
3.1.5 Defensivos agrícolas.....	31
3.1.6 Preparo das caldas .....	32
3.1.7 Aplicação de herbicidas.....	32
3.1.8 Sementes.....	32
3.1.9 Fertilizantes .....	33



3.1.10	Determinação da massa de matéria seca da cobertura vegetal .....	33
3.1.11	Determinação da massa de matéria seca das plantas de milho.....	33
3.1.12	Determinação de altura de plantas, altura de inserção de espiga.....	33
3.1.13	Determinação do diâmetro do colmo.....	33
3.1.14	Determinação do comprimento e diâmetro de espigas .....	34
3.1.15	Produtividade da cultura do milho.....	34
3.2	Métodos .....	34
3.2.1	Descrição dos tratamentos .....	34
3.2.2	Preparo das caldas de herbicida.....	36
3.2.3	Instalação e condução do experimento .....	36
3.2.4	Dados pluviométricos .....	36
3.2.5	Cronograma de atividades .....	39
3.2.6	Populações inicial e final das plantas de milho .....	40
3.2.7	Índice de sobrevivência das plantas de milho .....	41
3.2.8	Altura de plantas do milho, altura da inserção da primeira espiga e diâmetro de colmo .....	41
3.2.9	Comprimento, diâmetro de espiga e número de fileiras de grãos .....	41
3.2.10	Massa de matéria seca e teor de água das plantas de milho na colheita.....	42
3.2.11	Peso hectolítrico .....	42
3.2.12	Produtividade da cultura do milho.....	43
3.2.13	Análise da decomposição da palhada .....	43
3.2.14	Análise estatística dos dados .....	44
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	45
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA NOVAS PESQUISAS .....	53
6.	CONCLUSÃO.....	54

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	55
-------------------------------------	----

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
Figura 1: Fotos da área experimental com a cultura do milho já implantada.....	30
Figura 2: Esquema da disposição dos tratamentos e blocos na área experimental.....	35
Figura 3: Distribuição da precipitação pluvial semanalmente em que o experimento foi conduzido .....	37
Figura 4: Distribuição da precipitação pluvial nos meses de avaliação da decomposição da palhada do milho.....	39

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>	<b>Página</b>
Tabela 1: Análise granulométrica do solo da área experimental na profundidade de 0-20 cm. ....	30
Tabela 2: Detalhamento das dosagens dos herbicidas que foram aplicados nas respectivas parcelas de milho. ....	35
Tabela 3: Média de precipitação mensal dos anos de 1971 a 2011, na Fazenda Experimental Lageado, Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP – Botucatu. ....	38
Tabela 4: Populações inicial, final e índice de sobrevivência da cultura nos diferentes tratamentos, Botucatu 2012. ....	46
Tabela 5: Massa de matéria seca da palha do colmo e total nos diferentes tratamentos realizados, Botucatu 2012.....	47
Tabela 6: Altura de plantas de milho com 50 dias após a semeadura e no final do ciclo, altura de inserção da primeira espiga e diâmetro de colmo, Botucatu 2012. ....	48
Tabela 7: Diâmetro, comprimento e número de fileiras de espigas de milho, Botucatu 2012. ....	49
Tabela 8: Peso hectolítrico, porcentagem de grãos na massa total da espiga e produtividade, Botucatu 2012. ....	50
Tabela 9: Decomposição da palhada do milho em função do tempo (em kg ha <sup>-1</sup> ) , Botucatu 2012.....	51

## RESUMO

Nos sistemas conservacionistas de preparo do solo é fundamental a manutenção de resíduos vegetais das culturas anteriores na superfície do solo. Em certas regiões de clima quente com alta umidade no ar, a ação dos microorganismos é mais rápida, favorecendo a decomposição acelerada. Além do fator climático, também a relação Carbono/Nitrogênio (relação C/N), influi na velocidade de decomposição, pois quanto mais baixa essa relação mais rápida é a decomposição. A técnica denominada Hormesis é baseada na aplicação de subdosagem de herbicida e visa aumentar a quantidade de palha e também provocar um atraso na decomposição da palha. O presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da técnica Hormesis na cultura do milho em sistema de plantio direto, considerando em particular alterações na quantidade de matéria seca e velocidade de decomposição da cobertura vegetal do solo. O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2011/2012, na Fazenda Lageado pertencentes à Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP, localizada no município de Botucatu, SP, em uma área cultivada no sistema de plantio direto há 13 anos. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados. Os tratamentos utilizados foram formados pela aplicação de subdoses de herbicidas na cultura do milho, sendo: Testemunha (sem aplicação de herbicidas), Glyphosate sub dosagem baixa ( $12,5 \text{ g.ia.ha}^{-1}$ ), Glyphosate sub dosagem média ( $25 \text{ g.ia.ha}^{-1}$ ), Glyphosate sub dosagem alta ( $50 \text{ g.ia.ha}^{-1}$ ), 2,4-D sub dosagem baixa ( $100 \text{ g.ia.ha}^{-1}$ ), 2,4-D sub dosagem média ( $200 \text{ g.ia.ha}^{-1}$ ), 2,4-D sub dosagem alta ( $300 \text{ g.ia.ha}^{-1}$ ), Verdict sub dosagem baixa ( $0,625 \text{ g.ia.ha}^{-1}$ ), Verdict sub dosagem média ( $1,25 \text{ g.ia.ha}^{-1}$ ), Verdict sub dosagem alta ( $2,5 \text{ g.ia.ha}^{-1}$ ). Foram avaliadas na cultura do milho as seguintes características agrônomicas:

altura de planta e de inserção da primeira espiga, diâmetro de colmo, comprimento de espiga, número de fileiras de grãos na espiga e diâmetro de espiga, peso hectolítrico, porcentagem de grãos na espiga, massa de matéria seca da planta, velocidade de decomposição da palhada e produtividade. Os dados foram submetidos a análise de variância, quando significativos as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados encontrados mostraram que para todos os tratamentos avaliados não houve diferença estatística significativa quanto as aplicações das sub dosagens de herbicida, para nenhuma das características agronômicas avaliadas e nem para a produtividade. Na análise da decomposição da palhada houve uma diminuição significativa no tratamento de Verdict na dosagem baixa diferindo dos demais.

**PALAVRAS CHAVE:** Herbicida, sub dosagens, palha

EVALUATION OF THE CULTURE OF CORN AND SUBMITTED TO STRAW DECOMPOSITION HORMESIS. Botucatu, 2012. 63p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: SAULO FERNANDO GOMES DE SOUSA

Adviser: SÉRGIO HUGO BENEZ

Co-adviser: PAULO ROBERTO ARBEX SILVA

## SUMMARY

In systems of conservation tillage is critical to maintain previous crop residues on the soil surface. In certain regions with unfavorable weather, ie with high humidity hot air, which makes the action of microorganisms is very fast, favoring accelerated decomposition. Besides climatic factors also the relationship Carbon / Nitrogen (C / N), influences the rate of decomposition, because the lower the ratio the faster the decomposition. A technique called Hormesis that aims to increase the amount of straw and also cause a delay in straw decomposition. This study aimed to evaluate the effects of technical Hormesis in corn in no-till system, particularly considering changes in the amount of dry matter and decomposition rate of soil cover. The experiment was conducted in the agricultural year 2011/2012, the Treasury Lageado belonging to the Faculty of Agricultural Sciences - UNESP, located in Botucatu, SP, in a cultivated area in no-tillage for 13 years, this area commonly known as plate area. The experimental design used was a randomized complete block design. The treatments were formed by applying doses of herbicides in corn, as follows: Control (without application of herbicides), sub Glyphosate low dose (12.5 g.ia.ha-1), sub Glyphosate average dosage (25 g . ia.ha-1), Glyphosate under high dosage (50 g.ia.ha-1), 2,4-D under low dosage (100 g.ia.ha-1), 2,4-D sub average dosage (200 g.ia.ha-1), 2,4-D under high dosage (300 g.ia.ha-1) sub Verdict low dose (0.625 g.ia.ha-1), Verdict sub average dosage ( 1.25 g.ia.ha-1), Verdict under high dosage (2.5 g.ia.ha-1). Were evaluated in corn the following agronomic traits: plant height and first ear, stem diameter, ear length, number of kernel rows in the head and shank diameter, test weight, percentage of grain in the ear, dry weight of the plant, speed straw decomposition and productivity. Data were subjected to analysis of variance, when significant means were compared by Tukey test

at 5% probability. The results showed that for all treatments there was no statistically significant difference, ie, the field conditions in which the experiment was conducted on corn was not affected with the applications of herbicide dosages sub for any of agronomic traits nor evaluated for productivity. But in the analysis of residues decomposition a significant reduction in treatment Verdict in low dosage differs from the other.

**KEY WORDS:** Herbicides, sub dosages, straw.



## 1. INTRODUÇÃO

Na agricultura conservacionista e principalmente no sistema de plantio direto a manutenção dos resíduos vegetais sobre o solo é essencial, garantindo sua eficácia, pois entre outros fatores funciona como um reservatório de nutrientes que lentamente são liberados para as plantas, através da ação de microorganismos.

Além da quantidade de resíduos presentes no solo é necessário também ter o conhecimento da velocidade de decomposição dos resíduos vegetais. Isso ajuda para um planejamento de práticas conservacionistas que visam otimizar os benefícios desses resíduos durante períodos pelas quais ocorre uma acelerada decomposição. Muitos autores afirmam que ter o conhecimento da velocidade de decomposição dos resíduos vegetais presentes na sua área, está diretamente ligado ao sucesso da implantação de um sistema conservacionista.

Em um sistema de manejo conservacionista, a manutenção da palha sobre a superfície do solo é muito importante, pois protege o solo das intemperes climáticas, e vai liberando lentamente nutrientes para as culturas posteriormente ali implantadas.

O processo de decomposição dos resíduos vegetais do solo é essencialmente biológico, sujeito à interferência de diversos fatores como: clima, temperatura, tipo de solo, relação carbono/nitrogênio (C/N) etc. Dentre esses, a relação C/N assume importante papel na decomposição e na imobilização/mineralização de nitrogênio do solo. Cada resíduo vegetal tem uma relação C/N própria, portanto quanto maior a relação (mais carbono para cada nitrogênio) mais lenta será a decomposição

desta palhada, e quanto menor a relação (menos carbono para cada nitrogênio) mais rápida é a decomposição.

Como esse não é o único fator que interfere na decomposição, deve-se atentar para cada região em particular, pois a variação de temperatura, umidade, tipo de solo entre outros, pode fazer com que a mesma cobertura vegetal presente em um solo de uma região, se decomponha muito rapidamente em relação a outra e vice e versa. Esse mecanismo de decomposição pode inviabilizar a implantação do sistema de plantio direto em determinadas regiões, devido ao clima presente, fazendo com que a decomposição dos resíduos vegetais seja muito rápida e, conseqüentemente reduzindo o aproveitamento pela cultura subsequente.

Com esse propósito alguns autores têm procurado mecanismos para aumentar a qualidade de palha no solo e diminuir a velocidade de decomposição da mesma. Uma das técnicas que vem sendo empregada com esse intuito é denominada Hormesis. Essa técnica prega que todas as substâncias são classificadas como “veneno” e “não veneno”, sendo diferenciadas como, letal ou não é apenas pela dosagem aplicada.

Desde então, muitas pesquisas foram realizadas no sentido de avaliar possíveis efeitos horméticos em plantas, principalmente com o uso de herbicidas. A resposta estimulatória é medida em diferentes parâmetros variando de crescimento com base no peso, altura ou área foliar, ou ainda mudanças fisiológicas, como teor de proteína.

Assim o presente trabalho teve como objetivo avaliar as características agrônômicas de desenvolvimento da cultura do milho em sistema de plantio direto e velocidade de decomposição da palhada submetido a hormesis

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Cultura do milho**

O milho é considerado uma das principais culturas do mundo, além disso através da seleção e adequados métodos de produção, pode ser cultivado nas mais remotas regiões do planeta, desde 58° de latitude Norte e 40° de latitude Sul, podendo ser cultivado em localidades situadas abaixo do nível do mar ou ainda em altitudes de 3600 metros, nos Andes peruanos (FANCELLI, 1993).

Todas essas adaptações talvez se devam a planta ser uma gramínea anual, classificada no grupo das C4, com amplas adaptações em diferentes condições e ambientes. O grão dessa cultura é altamente energético, sendo seu principal componente o amido. O teor de proteína encontrado geralmente varia entre 9 e 11% (SILVA, 2001).

De acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2011), o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, sendo este cultivado principalmente nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, tanto em primeira como em segunda safra.

Atualmente, o milho juntamente com a soja, contribui com cerca de 80% de toda a produção de grãos do Brasil. O milho tem evoluído como cultura comercial apresentando, nos últimos vinte e oito anos, taxas de crescimento da produção de 3,0% ao ano e da área cultivada de 0,4% ao ano.

No ano agrícola de 2011/2012, a produção de milho na safra verão teve uma redução de 0,4 % na área plantada caindo de 7,92 milhões de hectares

em 2010/2011 para 7,88 milhões de hectares. A produtividade e a produção final também acompanharam essa tendência e caíram também 2,4 e 2,8 % respectivamente, fechando em 4.430 kg.ha<sup>-1</sup> e 34.915,4 mil toneladas a produção. Entretanto a segunda safra ou safrinha, teve um aumento em sua área plantada de 22,7 % em relação ao ano anterior com aumento na produtividade de 31,1 % passando de 3.647 para 4.781 kg.ha<sup>-1</sup>, resultando no aumento na produção de 60,9% totalizando 34.565,3 mil toneladas produzidas. É importante ressaltar ainda que a safra de milho segunda safra já é maior do que a primeira (CONAB, 2012).

O milho é insumo para produção de uma centena de produtos, porém nas cadeias produtivas de suínos e aves são consumidos aproximadamente 70% do milho produzido no mundo e entre 70 e 80% do milho produzido no Brasil (DUARTE et al., 2008).

Segundo Mello Filho; Richetti (1997), a cultura do milho, tem uma grande importância em âmbito nacional tanto no aspecto econômico como também no social. Além desses dois fatores acima citados também tem a importância agrônoma, sendo utilizado em sistemas de rotação de culturas, principalmente em agrossistemas em que a soja é predominante.

Ainda de acordo com Mello Filho; Richetti (1997) o milho tem grande importância no sistema de plantio direto pela grande quantidade de palha deixada na superfície do solo para as culturas subsequentes. Além disso, sua palha tem decomposição mais lenta devido a relação C/N ser mais alta, ocasionando assim uma proteção no solo por um período mais longo.

Assim como a maioria das culturas econômicas, o milho requer a interação de um conjunto de fatores edafoclimáticos apropriados para o seu desenvolvimento satisfatório. Um solo rico em nutrientes, por exemplo, teria pouco significado para a cultura se essa planta estivesse submetida a condições climáticas adversas ou, ainda, apresentasse características físicas inadequadas, que influenciassem negativamente na condução e desenvolvimento da cultura, tais como: drenagem e aeração deficientes, percolação excessiva, adensamento subsuperficial, pedregosidade excessiva, profundidade reduzida, declividade acentuada, etc. (LANDAU, et al., 2008).

No entanto segundo CONAB (2012), o milho é semeado em sistema de plantio direto predominantemente em grandes áreas. Entre os pequenos produtores ainda predomina o sistema de cultivo convencional, pois esses produtores muita das vezes vem a anos tradicionalmente com esse sistema e relutam por aceitar

essa mudança, e também por essa tecnologia necessitar de um certo custo de implantação, custo esse que inviabiliza esse sistema para pequenos produtores.

Para Marques (1999) apesar do milho não responder aos sistemas de manejo do solo (plantio direto na palha ou sistema convencional de preparo do solo), quanto a produtividade de grãos, o sistema de plantio direto se mostrou mais adequado pois reduziu o consumo de combustível e teve um menor uso específico de energia por área. Coelho (2000), concluiu que perante condições severas de precipitação o sistema de plantio direto tem uma produtividade e uma população final de plantas maior do que no sistema convencional, neste caso especificamente o autor descreve que houve uma população maior na semeadura direta devido ao selamento superficial ocorrido logo após a semeadura da cultura.

Também Riquetti (2011), afirma que o milho em sistema de plantio direto tem maior produtividade e maior população final do que em preparo convencional e em cultivo mínimo, assim também como tem uma melhor eficiência energética. O resultado acima contraria o que foi encontrado por Levien (1999) que obteve uma maior produtividade de grãos no preparo convencional em relação aos sistemas conservacionistas (plantio direto e cultivo mínimo), porém quando avaliado financeiramente os sistemas conservacionistas foram os que tiveram melhores retornos, devido aos menores custos de produção.

## **2.2. Sistema de Plantio Direto (SPD)**

O plantio direto é uma técnica de cultivo conservacionista em que o plantio é efetuado sem as etapas do preparo convencional da aração e da gradagem. Nessa técnica, é necessário manter-se o solo sempre coberto por plantas em desenvolvimento e por resíduos vegetais (CRUZ, 2009).

Esse sistema foi introduzido no Brasil no início dos anos 70, segundo Denardin e Kochhann (1993), e seu objetivo principal era o de controlar a erosão nas lavouras cultivadas com a sucessão soja/trigo. A partir da década de 80 passou a ser encarado como um sistema de exploração agropecuário, composto por um complexo conjunto de práticas agrícolas, as quais devem ser inter-relacionadas e dependentes umas das outras.

Segundo os autores acima, a partir daí o sistema plantio direto foi definido como sistema de exploração agropecuário, que envolve diversificação de

espécies via rotação de culturas, as quais são estabelecidas na lavoura mediante a mobilização de solo exclusivamente na linha de semeadura, mantendo-se os resíduos vegetais das culturas anteriores sobre a superfície do solo. Entretanto, a falta de informações técnicas a nível de campo fazia com que o sistema fosse abandonado após três a quatro anos de implantação.

A partir da década de 80 esse sistema começou a ganhar força novamente. Assim também começaram a surgir pesquisas sobre o tema. As primeiras pesquisas relatam a eficiência do plantio direto no controle da erosão.

Cruz (2009) afirma que devido à drástica redução da erosão, o plantio direto reduz o potencial de contaminação do meio ambiente por sedimentos, e dá ao agricultor maior garantia de renda, pois a estabilidade da produção é ampliada, em comparação aos métodos tradicionais de manejo de solo. Por seus efeitos benéficos sobre os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, pode-se afirmar que o sistema plantio direto (SPD) é uma ferramenta essencial para se alcançar a sustentabilidade dos sistemas agropecuários.

Em experimento realizado por Possamai et al (2001), foi observado que o sistema de plantio direto proporcionou menor número de dias para florescimento, maiores populações de plantas, maior diâmetro de colmo, maior altura de plantas, maior altura de inserção da primeira espiga, maior número de espigas por hectare, maior índice de espigas de milho e maior produtividade. Seguindo a mesma linha de pesquisa Petry et.al (2007) relatam sob o sistema de plantio direto as plantas de milho, apresentam atraso em média de 4 dias na emissão de folhas novas, em comparação aquelas cultivadas nos sistemas convencionais.

Segundo Costa et al (2003), a densidade da superfície do solo tende a aumentar conforme o tráfego de máquinas e implementos agrícolas, porém em subsuperfície há uma diminuição nessa densidade o que indica uma melhoria na qualidade desse solo.

A maior compactação de um solo em sistema de plantio direto está na camada de 0 a 0,2 m (DERPSCH, 1991). Sendo que a primeira passada do trator ou implemento agrícola é a que mais compacta esse solo, tendo em vista que o efeito das passadas subsequentes é menor (CUNHA et al, 2009)

Para Derpsch (1991) em densidades inferiores a  $1,2 \text{ g.cm}^{-3}$  não existe a possibilidade de ocorrer problemas no desenvolvimento radicular. Apenas em densidades acima de  $1,25 \text{ g.cm}^{-3}$  é possível haver dificuldade de crescimento radicular.

Em estudo realizado por Tormena (2002), em solos com altos teores de água, os valores de resistência a penetração foram considerados não impeditivos para o crescimento radicular para os sistemas convencionais e mínimos e pouco impeditivos para o plantio direto. Entretanto com teores de água menor esses níveis podem se tornar críticos principalmente no plantio direto. O mesmo autor conclui que os maiores teores de densidade do solo é encontrado na camada de 0 a 0,1 m no sistema de plantio direto, mesmo resultado encontrado por Gilles et al. (2009). Também Secco, et al. (2009), afirma que no sistema de plantio direto em Latossolos a camada com maiores densidades e consequentemente mais compactadas esta entre 0,07 e 0,12 m.

Uma vez que o plantio direto altera as condições químicas, físicas e biológicas do solo, elas também afetarão o desenvolvimento das plantas e a produtividade. Observa-se maior concentração das raízes das plantas de milho na camada superior do solo em plantio direto, comparado ao convencional. Porém, quanto maior o tempo de adoção do SPD, ou seja, com rotação de culturas, melhor será a distribuição do sistema radicular em profundidade, caracterizando um melhor aproveitamento do volume de solo explorado, levando sempre em consideração o tipo de solo, as condições climáticas de cada local e o nível de fertilidade de cada área avaliada. Embora seja nítida a modificação no sistema radicular, nem sempre existe uma relação direta entre o número de raízes e a produtividade da cultura (CRUZ, 2009).

Para a consolidação do sistema de plantio direto é muito importante a implantação de culturas que deixam grande quantidade de palhada sobre a superfície do solo. Em regiões mais quentes ainda hoje há uma grande dificuldade de se implantar o plantio direto, devido a dificuldade de se conseguir manter a palhada de um ano pra outro, em função da velocidade de decomposição dos resíduos (ANDREOTTI, 2008).

A cobertura morta deixada na superfície do solo pelas plantas anteriormente cultivadas no local ou até mesmo das plantas infestantes da área, faz com que as oscilações de temperatura e de umidade do solo diminuam, principalmente em períodos quentes ou de estiagens, a temperatura se torne amena, e o teor de água no solo permanece alto por um período maior, melhorando assim o conforto térmico e hídrico das culturas implantadas (COLOZZI FILHO, 2000).

Para Alvarenga et al. (2001) para o bom estabelecimento e uma boa formação de fitomassa no solo, devem-se selecionar espécies de plantas que sejam

adaptadas as condições climáticas locais, como: qualidade do solo, tolerância a pragas, doenças e possíveis deficiências hídricas, além de não serem hospedeiras de pragas e doenças das futuras culturas a serem implantadas no local.

O material que fica em cobertura desse solo trás benefícios físicos, químicos e biológicos, trazendo proteção contra erosões, conservando uma temperatura mais adequada, melhorando a taxa de infiltração e manutenção de água no solo, fazendo a reciclagem de nutrientes e inibindo a emergência de plantas daninhas entre muitos outros (PRADO et al., 2002)

Sá (1995) define o sistema de plantio direto como uma visão integrada de um sistema que envolve a combinação de praticas culturais e biológicas, uso de produtos, práticas mecânicas, manejo integrado de plantas daninhas, o não revolvimento do solo, sempre visando a formação e manutenção de uma camada de restos culturais para o cultivo e a proteção do solo.

### **2.3. Efeito Hormesis na Agricultura**

A técnica de Hormesis prega que todas as substâncias são veneno e não veneno, o que faz dela letal ou não é apenas a dosagem (Aureolus Philippus Theophrastus Bombastus von Hohenheim, 1493-1541). O termo Hormese foi primeiramente utilizado pelos autores Southam e Erlich (1943) para descrever o efeito de um composto de casca de carvalho que promoveu o crescimento de fungos em baixas doses, porém, quando utilizados em dosagens elevadas foi fortemente inibida.

Desde então muitas pesquisas foram realizadas no sentido de avaliar possíveis efeitos hormeticos em plantas, principalmente com o uso de herbicidas. A resposta estimulatória é medida em diferentes parâmetros variando de crescimento com base no peso, altura ou área foliar, ou ainda mudanças fisiológicas, como teor de proteína.

Por exemplo, alguns herbicidas, podem estimular o crescimento das raízes em baixas doses, mas não têm efeito estimulador sobre o crescimento de caules qualquer outra dose.

Velini (2006) constatou que o glifosate provoca “hormesis” em culturas e espécies bastante distintas como o sorgo, soja, café, eucalipto, Amendoim, milho e *Pinus spp.* Em geral, a resposta teve um efeito hormetico mais pronunciado em



gêneros de lenhosas como *Eucalyptus spp.* Outros autores têm observado hormese com glyphosate na cultura do milho (SCHABENBERGER et al. 1999) e capim-arroz, (WAGNER et al., 2003).

O fato que muitos herbicidas serem originalmente desenvolvidos como regulador de crescimento comprova a hipótese de hormesis. Assim foi a criação do glifosato cujo antecessor é o glifosine, composto utilizado como regulador de crescimento. Este herbicida particularmente apresentou efeito hormético em diversas plantas, como aumento da matéria verde em milho (WAGNER, 2003), massa seca de raiz de soja (GODOY, 2007) e teor de fósforo nas folhas de eucalipto (CARBONARI, et al., 2007).

Contudo deve-se alertar que uma resposta estimulatória não tem a mesma característica de outra, por exemplo, alguns herbicidas, podem estimular o crescimento das raízes em baixas doses, mas não têm efeito estimulador sobre o crescimento de caules em qualquer outra dose (WEIDMAN E APPLEBY, 1972).

Mais recentemente Calabrese e Baldwin (2002), caracterizaram como efeito hormético o uso de substâncias por definição consideradas tóxicas, em doses muito menores, utilizadas para estimular o desenvolvimento vegetal. O efeito hormético é observado em todos os grupos de organismos como bactérias e fungos, plantas superiores e animais (CALABRESE, 2005).

O efeito hormesis pode provocar diferentes respostas estimulatórias, que depende do produto químico que está sendo aplicado, da planta que está recebendo esse composto, e como ele age na morfologia e na fisiologia dessa planta. Alguns desses mecanismos causados por hormesis podem representar tentativas fisiológicas na planta, que faz com que esta tente compensar o estresse químico. Um exemplo disso é o aumento no número das sementes produzidas por uma planta quando submetida a situações de estresse, ela tem essa reação na tentativa de dar a próxima geração uma condição mais favorável para se desenvolver. Isso também pode explicar o crescimento mais acentuado do sistema radicular de outras plantas como a aveia (*Avena sativa* L.) e pepino (*Cucumis sativus* L.) (WEIDMAN E APPLEBY, 1972).

A indução de diferentes sistemas de defesa pode melhorar o efeito de substâncias químicas em um organismo, sendo isso proposto para ser uma causa de respostas horméticas (PARSON, 2003). Como exemplo, Kovalchuck et al. (2003) mostraram que a indução de mecanismos de defesa induzidos pelos radicais

livres de oxigênio pode levar a um maior crescimento quando na presença de baixas doses de produtos químicos fitotóxicos.

Os herbicidas auxínicos são exemplos bem conhecidos de produtos químicos que aumentam o crescimento em concentrações não tóxicas imitando a auxina, hormônio do crescimento, mas que são letais em doses mais elevadas (ALLENDER, 1997). Outros mecanismos não hormonais também podem ser importantes para obter uma resposta hormética. Como exemplo, podemos destacar o mecanismo com que o glifosato age nas plantas, que está relacionado ao fato de que ele inibe a via do chiquimato ou chiquímico, sendo a fonte dos precursores a lignina (SCHMIDT, 1997).

O glifosato (N-phosphonomethyl-glycina) é um composto utilizado em ampla escala na agricultura, e pode ser considerado um dos principais herbicidas existentes. Trata-se de um herbicida de ação sistêmica, de largo espectro, não seletivo, com translocação via simplasto (FRANZ, 1985). O glifosato quando utilizado de forma letal, inibe a enzima EPSPs (sintetase fosfato do ácido enolpiruvato chiquímico), impedindo a formação do metabolismo secundário. Simultaneamente a atividade da enzima PAL (fenilalanina amonioliase) é estimulada, promovendo elevação da síntese de compostos fenólicos. Além disso, ocorre significativa diminuição da síntese protéica e elevação de compostos tóxicos, estimulando a produção de etileno, levando a planta à degeneração celular. Porém quando utilizado em sub dosagens o glifosato promove a paralisação da enzima EPSPs levando a planta a um acúmulo de chiquimato nos vacúolos. Esse acúmulo leva à perda do controle de retroalimentação do fluxo de carbono na rota do chiquimato. Esta rota é responsável por aproximadamente 35 % da matéria seca da planta e 20 % do carbono fixado pela fotossíntese deriva dessa rota (SCHMIDT, 1997).

Em baixas doses alguns herbicidas podem inibir preferencialmente a síntese de lignina, fazendo com que paredes celulares fiquem mais elásticas e permaneçam por um período mais longo durante o desenvolvimento. Isso deve resultar em maior crescimento longitudinal. Em apoio a esse mecanismo, Velini (2006) constatou que “hormesis” de glifosato ocorre com a soja não-transgênica, mas não com soja resistente ao glifosato, no qual a via chiquimato não é afetada pelo mesmo.

Os resultados da produtividade, na porcentagem em relação à testemunha e com base na produção por área, permitiu constatar a existência do efeito

hormético em algodoeiro. Assim sendo, até a dose de 23 g do i.a. ha<sup>-1</sup> ocorreu um incremento na produtividade e a partir desse ponto, houve uma redução nessa variável, indicando o início da fitotoxicidade do produto (FURLANI et al., 2009). Os valores de números de capulhos também foram incrementados com as doses iniciais, porém até a faixa de 10 g do i.a. ha<sup>-1</sup>, o que está de acordo com os resultados obtidos por Meschede et al (2007), que verificaram incremento na matéria seca de folhas e raízes de *Commelina bengalensis* até a dose de 10 g do i.a. ha<sup>-1</sup>.

Da mesma forma, Velini et al (2008), verificaram o efeito hormesis em milho, soja, eucalipto e Pinus, à partir de 1,8 até 36 g do i.a. ha<sup>-1</sup>. Os mesmos autores afirmam que para soja e milho, os resultados indicaram incremento máximos da matéria seca da parte aérea de 27,81% e 25,46% para as doses de 14,2 e 22,6 g i.a./ha, respectivamente.

Cedergreen (2008) testou em cevada, 10 a 15 doses de oito herbicidas e observou que glifosato e metsulfuron-methyl estimularam o crescimento da biomassa em aproximadamente 25% quando aplicados em doses correspondentes a 5 a 10% da dose recomendada. Duke et al., (2006), cita exemplos de “Hormesis” proporcionados por vários herbicidas em altura, matéria seca, teor de proteína dentre outros em culturas como soja, trigo, milho e centeio.

## **2.4. Biomassa**

Biomassa é a definição para derivados recentes de organismos vivos, portanto são produtos absolutamente renováveis e que podem ser utilizados na forma de combustível ou como adubo verde. Nessa categoria não se enquadram o petróleo, gás natural e o carvão, que apesar de serem derivados de organismos vivos levaram muito tempo e passaram por muitos processos para se formar.

A utilização da biomassa como fonte para geração de energia, se da através da queima do material, e tem como grandes vantagens o baixo custo e o fato de ser renovável, além de ser menos poluente que a queima de combustíveis fósseis. Porém essa queima da biomassa também libera dióxido de carbono, contudo esse dióxido havia sido absorvido anteriormente, quando a planta absorveu CO<sup>2</sup> do ar para a realização de seus processos fotossintéticos, tornando esse balanço entre emissões e absorção nulo ou próximo disso.

O uso de biomassa trás muitos benefícios, visto que é uma alternativa barata e eficiente, tanto no caso da geração de energia como na adubação. No caso da adubação ainda temos a vantagem de que no sistema de plantio direto a palha além de servir como adubo para as culturas subsequentes também protege o solo da erosão e dos raios solares.

O sistema de plantio direto, como já foi mencionado é um sistema conservacionista de manejo de solo, por isso está diretamente relacionado com a biomassa deixada no solo. Esse sistema mantém os resíduos culturais na superfície do solo, constituindo em importante técnica para a manutenção e recuperação da capacidade produtiva de solos manejados convencionalmente e de áreas degradadas (TORRES et al., 2005). O sucesso de uma semeadura direta na palha esta muito relacionada com a qualidade e quantidade da palhada produzida pelas culturas antecessoras e pela permanência desta palha sobre o solo (GONÇALVES e CERETTA, 1999).

A consequência da permanência desses resíduos vegetais sobre os solo, é a manutenção ou ainda o aumento da matéria orgânica, levando a uma maior disponibilidade de nutrientes para as culturas subsequentes (REICOSCKY e FORCELLA, 1998), como o Fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e manganês (Mg) (CALEGARI et al., 1992) na superfície do solo, a elevação dos teores de nitrogênio (N) total (SOUZA e MELLO, 2000), além das melhorias dos atributos físicos (CARPENEDO e MIELNICZUCK, 1990), e na da redução nos riscos de erosão (CARVALHO et al., 1990).

Os métodos de manejo dos resíduos vegetais, em superfície ou incorporação no solo, levam a diferentes velocidades de decomposição. Porém, não existe um consenso na literatura com relação ao melhor método para avaliação desta decomposição, sendo a concentração de N, as relações C/N e lignina/N sugeridas por alguns autores (MELLILO et al., 1982; BERG, 1986).

Outros autores avaliam esta decomposição por meio da incubação de material vegetal com solo, em laboratório ou no campo, sendo esta taxa estimada pela perda de peso decorrente da liberação de carbono na forma de CO<sub>2</sub> (HOLTZ, 1995). Estas decomposições são em sua maioria ocasionadas devido a ação de microorganismos, porém estes não são os únicos agentes do processo de decomposição, outros fatores, como o vento, o uso do solo pela fauna a fragmentação física

(DOUGLAS JUNIOR et al., 1980) e a lixiviação (CHRISTENSEN, 1986), são também causadores das perdas de massa dos resíduos vegetais.

A maioria dos fatores ambientais que afetam a decomposição de resíduos orgânicos estão relacionados à sua ação sobre a atividade dos microrganismos decompositores. São eles: a temperatura (CAMPBELL et al., 1981), a umidade (RANNELS e WAGGER, 1992), o teor de matéria orgânica do solo (DICK, 1983), a localização (SMITH e SHARPLEY, 1990) e a quantidade de material adicionado (BROWN e DICKEY, 1970).

Também exercem influência na decomposição e na mineralização de N e P as características químicas do resíduo vegetal, como: a relação C/N (CANTARELLA et al., 1992), o teor de N (JANZEN e KUCEY, 1988), os teores de lignina e polifenóis (MASON, 1980), o teor de P e a relação C/P do material (COSGROVE, 1967).

Torres et al (2005), estudando a velocidade decomposição de sete espécies de cobertura vegetal, concluíram que a crotalária e o milho são os que apresentam as maiores quantidade de matéria seca, maior acúmulo e maior liberação de N, a braquiária foi a cultura que apresentou a maior taxa de decomposição, e todas as culturas avaliadas apresentaram as maiores taxas de decomposição e de liberação de N até os 42 dias após a decomposição. Mesmo resultado encontrado por Moraes (2001) que em seu trabalho também concluiu que a media de decomposição da palhada é maior nos primeiros 42 dias para as culturas de milho e sorgo e que a mineralização dos nutrientes é mais acentuada nos primeiros 63 dias após a dessecação e rolagem dos resíduos.

Kliemann et al. (2006), avaliaram a decomposição da palhada de varias espécies de gramíneas e leguminosas, e concluíram que as maiores taxas de decomposição aos 150 dias depois do corte ficaram com o sorgo (80%), estilosantes (72%), guandu (65%), e capim mombaça (64%).

Bertol et al. (1998) verificaram que 180 dias após ser incorporado ao solo a matéria seca de aveia preta e milho tiveram diminuição de 80 e 64% respectivamente. A taxa de decomposição de guandu, mucuna-preta e braquiária em solo sob cerrado nativo e solos descobertos, é de 61,9, 65,6 e 78,9 %, respectivamente, decorridos 60 dias após a implantação das bolsas de decomposição (Silva et al. 1997).

Borkert et al. (2003) relacionaram a produção de matéria seca, acúmulo e liberação de nutrientes da biomassa de aveia-preta, guandu, mucuna-preta, tremoço e ervilhaca. Os autores observaram que o rendimento de matéria seca variou de 5 a 10; 2 a 10; 1,7 a 8,6; 7 a 13 e 6,5 mg.ha<sup>-1</sup>; que o acúmulo de N variou de 37 a 138; 43 a 288; 66 a 280; 186 a 492 e 246 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente, para as culturas estudadas.

Em estudo semelhante realizado por Aita et al. (2001), foi constatado que a produção de matéria seca de ervilhaca comum, ervilha forrageira, chicharo, tremoço, aveia-preta e pousio foi de 2,52; 2,75; 3,05; 5,23; 4,42 e 1,20 mg ha<sup>-1</sup>, com relação C/N de 10,5; 13,1; 12,4; 15,4; 34,9 e 17,6, respectivamente. Já Spagnolo et al. (2002) observaram relação C/N de 14/1; 19/1; 15/1 e 16/1 e produção de matéria seca de 2,83; 5,01; 4,29 e 1,26 mg.ha<sup>-1</sup>, para feijão de porco, guandu-anão, mucuna-preta e soja preta, respectivamente.

Guimarães (2000), avaliando o efeito de rotações de culturas no verão (milho e soja), com uso da área no inverno (feijão, milheto, mucuna, braquiária e pousio), observou que a produção de matéria seca das coberturas de inverno foi de 7.199, 7.296, 7.143, 6.912 e 7.479 kg ha<sup>-1</sup>, e o acúmulo de N nesse material foi de 58,6, 70,6, 64,6, 62,4 e 60,3 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Em trabalho realizado por Lange et al. (2009) foi constatado que a adubação nitrogenada aplicada na semeadura da aveia não resulta em aumento da produtividade de palha, na entressafra. Porém quando se aplicou o nitrogênio suplementar à semeadura houve um aumento da produtividade de palha pelo milho, assim como a aplicação mais próxima da semeadura proporcionou aumento da produtividade em relação à aplicação do fertilizante na semeadura da aveia.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Material

##### 3.1.1 Área experimental

O ensaio foi conduzido no ano agrícola 2011/2012, na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP, localizada no município de Botucatu - SP, na região centro oeste do Estado de São Paulo, tendo como coordenadas geográficas aproximadas Latitude 22° 51' S e Longitude 48° 26' W de Greenwich, altitude média de 770 metros, clima subtropical chuvoso, apresentando inverno seco, tipo Cfa, de acordo com o critério de Köppen.

A área experimental vinha sendo cultivada com sistema de plantio direto há 11 anos, com rotação de soja e milho no verão e pousio no inverno para a produção de palha. No momento da realização dos preparos a área estava coberta com resíduos vegetais, sendo uma grande porcentagem desta pertencente à cultura do milho (*Zea mays*) cultivado anteriormente e a outra parte pertencente às plantas daninhas dessecadas, com predominância de carrapicho (*Cencharus echinatus L.*), nabiça (*Brasca rapa L.*), leiteiro (*Euphorbia heterophylla L.*), trapoeraba (*Commelina bengalensis L.*), guanxuma (*Sida spp L.*).



Figura 1: Fotos da área experimental com a cultura do milho já implantada

### 3.1.2 Classificação do Solo

O solo da área experimental foi classificado por Carvalho et. al. (1983) como Terra Rocha Estruturada, sendo adaptado à classificação da Embrapa (1999), como Nitossolo Vermelho Distroférico.

Tabela 1: Análise granulométrica do solo da área experimental na profundidade de 0-20 cm.

Areia ( $\text{g.kg}^{-1}$ )	Argila ( $\text{g.kg}^{-1}$ )	Silte ( $\text{g.kg}^{-1}$ )	Textura
165	450	385	Argilosa

### 3.1.3 Medida da precipitação pluvial

Para a coleta dos dados pluviométricos foi utilizado um pluviômetro com precisão de 2 mm instalado na área experimental.

### 3.1.4 Máquinas e implementos

Foram utilizados para a instalação do experimento:

Trator de pneus de marca Massey Ferguson, modelo MF 283, tração dianteira auxiliar (4x2 TDA), com potência de 63,2 KW (86 cv) no motor, utilizado na operação de semeadura.



Trator de pneus de marca Massey Ferguson, modelo MF 296, (4x2), com potência de 77,2 KW (105 cv) no motor, utilizado nas operações de aplicação de inseticida e herbicida.

Trator de pneus de marca New Holland, modelo TL 75E, tração dianteira auxiliar (4x2 TDA), com potência de 55,2 KW (75 cv) no motor, utilizado para aplicação de adubação de cobertura no milho.

Trator de pneus de marca Massey Ferguson modelo MF 235 com potência de 37,8 kW (50 cv) no motor e rotação de 1600 rpm, utilizado para o acionamento da debulhadora de grãos.

Trator de pneus de marca Massey Ferguson, modelo MF 299 com tração dianteira auxiliar (4x2 TDA), com potência de 95,6 KW (130 cv) no motor, utilizado para o acionamento do triturador de palha.

Triturador de palha marca Jan modelo Triton 2300, com 2,3 m de largura, equipado com facas trituradoras de palha a 0,05 m de altura do solo.

Pulverizador marca Jacto modelo Falcon Vortex com capacidade de 600L e barra de 14 m equipada com 29 pontas espaçadas em 0,5 m entre si.

Semeadora – Adubadora de precisão, marca Marchesan, modelo PST2, de arrasto, acionamento por controle remoto com 4 linhas espaçadas de 0,85 m, cada unidade semeadora é provida de discos de corte lisos frontais; com os mecanismos sulcadores do tipo disco duplos defasados para fertilizantes; e discos duplos para sementes com mecanismo dosador tipo disco perfurado horizontal; rodas controladoras de profundidade, roda compactadora em “V” .

Cultivador de plantio direto Marchesan modelo CPD, equipado montado, para aplicação de fertilizantes em quatro linhas de milho.

Para a debulha das espigas de milho foi utilizada uma debulhadora estacionária , acionada pela TDP do trator, marca Nux, modelo SDMN 15/35.

### **3.1.5 Defensivos agrícolas**

Foram utilizados os seguintes defensivos agrícolas durante a condução do experimento:

Herbicida Glyphosate (Roundup WG, 720 g kg<sup>-1</sup> i.a.) na dosagem de 2,5 kg ha<sup>-1</sup>, do produto, e volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup> na dessecação da área experimental para a implantação da cultura.

Herbicida Glyphosate (Roundup Original, 480 g kg<sup>-1</sup> i.a.) nas sub dosagens de 12,5; 25 e 50 g ha<sup>-1</sup> de ingrediente ativo, e volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, nos tratamentos realizados.

Herbicida 2,4-D Sal Dimetilamina (DMA 806 BR, 806 g L<sup>-1</sup> i.a.) nas sub dosagens de 100; 200 e 300 g.ha<sup>-1</sup> de ingrediente ativo e com volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup> nos tratamentos realizados.

Herbicida Haloxifope-R Ester Metílico (Verdict R, 124,7 g L<sup>-1</sup> i.a.) nas sub dosagens de 0,625; 1,250 e 2,500 g.ha<sup>-1</sup> de ingrediente ativo, e com volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup> nos tratamentos realizados.

### **3.1.6 Preparo das caldas**

Para os preparos das caldas de herbicidas aplicados no milho foram utilizadas garrafas descartáveis do tipo pet, para armazenar as caldas prontas, e pipetas de marca Lambda com intervalo de uso de 100 – 1000 µl (microlitro).

### **3.1.7 Aplicação de herbicidas**

Para a pulverização dos herbicidas nas parcelas foi utilizado um pulverizador costal, pressurizado a CO<sub>2</sub>, mantendo-se a uma pressão constante de 2,0 kgf.cm<sup>2</sup>, e equipado com uma barra de aplicação de 2 metros munida com 4 pontas de pulverização Teejet XR 110 02 VS espaçadas entre si de 0,5 metros.

### **3.1.8 Sementes**

As sementes utilizadas foram do híbrido 2B 587 Hx (Herculex) transgênico. Este material é um híbrido simples modificado de ciclo precoce, de aproximadamente 130 dias em regiões acima de 700 metros de altitude. O material pertence à empresa Dow AgroSciences, com uma população recomendada de 68000 sementes por hectare.

### **3.1.9 Fertilizantes**

Para a adubação de base foi utilizado  $300 \text{ kg.ha}^{-1}$  do adubo formulado 08-28-16 (N,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ) e na adubação de cobertura  $300 \text{ kg.ha}^{-1}$  de uréia, divididos em duas aplicações de  $150 \text{ kg.ha}^{-1}$  cada, conforme recomendação agrônômica.

### **3.1.10 Determinação da massa de matéria seca da cobertura vegetal**

A coleta do material vegetal foi feita com o auxílio de um quadrado de madeira de  $0,25 \text{ m}^2$  de área, tesoura de poda, sacos de papel, caneta porosa, estufas elétricas com circulação forçada de ar, por 72 horas à 65 graus, e balança de precisão, conforme metodologia descrita por Chaila (1986).

### **3.1.11 Determinação da massa de matéria seca das plantas de milho.**

Para determinação desse parâmetro, utilizou-se trena graduada em centímetros, tesoura de poda, sacos de papel, estufa elétrica com circulação forçada de ar e balança de precisão (0,01 g).

### **3.1.12 Determinação de altura de plantas, altura de inserção de espiga**

Para a determinação da altura das plantas e altura de inserção da primeira espiga foi utilizado uma fita métrica com precisão de 0,001 m com três metros de comprimento fixada em um sarrafo de madeira com dimensões de  $0,025 \times 0,025 \times 3 \text{ m}$ .

### **3.1.13 Determinação do diâmetro do colmo**

Para determinar o diâmetro do colmo das plantas foi utilizado um paquímetro digital marca Messen com precisão de 0,01mm.

### **3.1.14 Determinação do comprimento e diâmetro de espigas**

Para a determinação do comprimento da espiga foi utilizado uma régua graduada de 0,001m com o comprimento de 0,4 m. Para determinar o diâmetro da espiga foi utilizado o mesmo paquímetro utilizado na determinação do diâmetro do colmo.

### **3.1.15 Produtividade da cultura do milho**

Para determinar a produtividade foi utilizada uma balança marca Marte modelo LC 100, com precisão de 0,1 kg, e sacos de rafia para a pesagem dos grãos.

## **3.2 Métodos**

### **3.2.1 Descrição dos tratamentos**

Foram realizados 10 tratamentos com quatro repetições, totalizando 40 parcelas distribuídas em quatro blocos casualizados (Figura 2). Os tratamentos foram formados pela aplicação de três diferentes herbicidas (glifosate, 2,4-D, e Haloxifope-R Ester Metílico) combinados com três sub dosagens (baixa, média e alta) e mais uma testemunha. Os tratamentos avaliados no experimento são apresentados na tabela 2. Para se chegar nessas sub dosagens foi realizado um experimento prévio em casa de vegetação, onde foram avaliadas várias sub dosagens dos herbicidas acima citados, e foi constatado que as dosagens que demonstraram melhores respostas de aumento de matéria seca na cultura do milho foram estas apresentadas na tabela 2, portanto elas foram as escolhidas para serem levadas a campo.

Tabela 2: Detalhamento das dosagens dos herbicidas que foram aplicados nas respectivas parcelas de milho.

Doses (g.ia.ha <sup>-1</sup> )	Ingredientes Ativos		
	Verdict	Glyphosate	(2,4-D) Sal Dimetilamina
1	0,625	12,50	100,00
2	1,250	25,00	200,00
3	2,500	50,00	300,00

As aplicações foram realizadas logo após a primeira adubação de cobertura (28 dias após a sementeira), quando a planta encontrava-se no estágio V4, ou seja, com 4 folhas totalmente desdobradas.

As parcelas possuíam dimensões de 10 m de comprimento e 3,4 m de largura, comportando quatro linhas de sementeira espaçadas a 0,85m. Entre cada parcela foi deixado um espaço de 5 m de fundo e 3 metros de lado onde também foram implantadas duas linhas de milho com o objetivo de evitar contaminação entre parcelas.

I	T	VD2	GD3	2,4D1	VD1	2,4D3	2,4D2	GD1	GD2	VD3
II	2,4D2	VD3	2,4D3	T	GD1	GD3	GD2	VD2	2,4D1	2,4D2
III	VD1	2,4D1	GD2	VD1	T	VD3	VD2	GD1	2,4D3	GD3
IV	GD1	GD3	VD2	2,4D2	VD3	2,4D3	2,4D1	VD1	T	GD2

Figura 2: Esquema da disposição dos tratamentos e blocos na área experimental.

Em que:

I, II, III, IV: Blocos

**T:** testemunha (sem aplicação)

**GD1:** Glyphosate dosagem 1 (baixa)

**GD2:** Glyphosate dosagem 2 (media)

**GD3:** Glyphosate dosagem 3 (alta)

**2,4D1:** 2,4 D dosagem 1 (baixa)

**2,4D2:** 2,4 D dosagem 2 (media)

**2,4D3:** 2,4 D dosagem 3 (alta)

**VD1:** Verdict dosagem 1 (baixa)

**VD2:** Verdict dosagem 2 (media)

**VD3:** Verdict dosagem 3 (alta)

### **3.2.2 Preparo das caldas de herbicida**

As caldas dos herbicidas aplicados no milho foram preparadas no laboratório do NUPAM (Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia). Foi colocada a quantidade exata de 2 litros de água nas garrafas pet, e utilizando-se do pipetador retirou-se a quantidade de água em cada garrafa referente à quantidade de produto que seria utilizado nas mesmas, com a finalidade, portanto de a calda final conter exatamente 2 litros. Com a mistura pronta as garrafas foram agitadas para uma melhor homogeneização e levadas para aplicação.

### **3.2.3 Instalação e condução do experimento**

O experimento foi instalado sobre a palhada de milho, cultivado no verão anterior, e plantas daninhas oriundas do pousio de inverno as quais foram roçadas e a 15 dias depois dessecadas com o herbicida glifosate. O milho foi semeado em novembro de 2011 com a semeadora-adubadora de precisão, para plantio direto, com uma população inicial de 68000 sem. ha<sup>-1</sup>, com espaçamento de 0,85m entre linhas, e a quantidade de adubação foi de 300 kg.ha<sup>-1</sup> da formulação 08-28-16.

A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada em duas etapas. A primeira 24 dias após a semeadura, onde foi aplicado 150 kg. ha<sup>-1</sup> de uréia. Esta aplicação foi realizada com um cultivador-adubador, próprio para aplicações em áreas de plantio direto, o qual corta a palhada e deposita o fertilizante a aproximadamente 3 cm. A segunda aplicação foi realizada 48 dias após a semeadura e dessa vez foi aplicado 150 kg. ha<sup>-1</sup> com o mesmo equipamento.

### **3.2.4 Dados pluviométricos**

Os dados de precipitação pluvial foram divididos em duas partes, a primeira referente ao período de desenvolvimento da cultura do milho até a colheita, já o segundo compreendeu o período entre a colheita até a coleta final de palhada para a avaliação de decomposição, 120 dias após.

O primeiro período compreendeu-se entre 21/11/2011 até 17/04/2012 data em que foi realizada a colheita da cultura. Toda ocorrência de

precipitação compreendidas nesse período foram coletadas. O total acumulado de chuva nessa fase do experimento foi de 697 mm. A Figura 3 mostra a distribuição das chuvas nesse período.

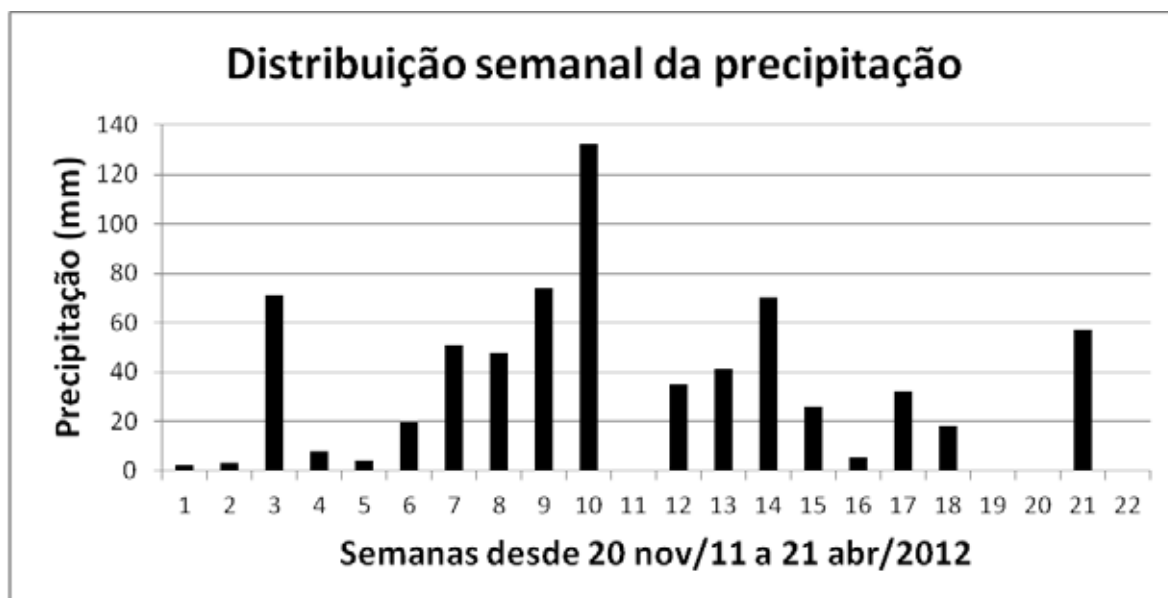


Figura 3: Distribuição da precipitação pluvial semanalmente em que o experimento foi conduzido

Conforme mostram os dados da precipitação pluvial da Figura 4 é possível observar que logo após a semeadura do experimento houve um déficit hídrico (21 dias) fazendo com que a cultura sofresse bastante no início de seu desenvolvimento. Outro momento importante de demanda de água da cultura do milho é na fase de florescimento e enchimento de grãos, e também nesse período ocorreu um veranico (período de estiagem ocorrido nos meses mais chuvosos do ano), resultando em aproximadamente 15 dias sem chuva, prejudicando o desenvolvimento e a produtividade da cultura.

O ano agrícola em que esse experimento foi conduzido (2011/2012) foi um ano atípico em se tratando da pluviosidade, pois a quantidade de chuva esteve abaixo das médias registradas nos meses de dezembro, fevereiro, março e abril, desde o ano de 1971 (Tabela 3). Apenas no mês de janeiro a média foi acima do previsto, porém nesse mês as chuvas estiveram concentradas apenas na primeira quinzena, estando desse modo mal distribuídas, gerando prejuízo para cultura, porquanto a mesma estava em fase de florescimento e enchimento de grãos, fase essa em que é essencial uma boa quantidade de água disponível para as plantas.

Tabela 3: Média de precipitação mensal dos anos de 1971 a 2011, na Fazenda Experimental Lageado, Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP – Botucatu.

<b>MESES</b>	<b>PRECIPITAÇÃO</b>
	<b>(mm)</b>
	<b>1971 – 2011</b>
<b>Janeiro</b>	283,22
<b>Fevereiro</b>	200,12
<b>Março</b>	171,16
<b>Abril</b>	72,68
<b>Maiο</b>	79,70
<b>Junho</b>	54,94
<b>Julho</b>	44,11
<b>Agosto</b>	38,77
<b>Setembro</b>	85,79
<b>Outubro</b>	119,49
<b>Novembro</b>	143,27
<b>Dezembro</b>	207,25

A segunda parte do experimento, onde foi avaliada a decomposição da palhada deixada pela cultura, compreendeu o período de 17/04/2012 até o dia 12/09/2012. Nesse período foram realizadas 5 amostragens da palhada com o objetivo de avaliar a velocidade de decomposição, e assim como na fase de implantação, desenvolvimento e colheita da cultura, também foram coletadas todas as precipitações ocorridas, como segue na Figura 4.



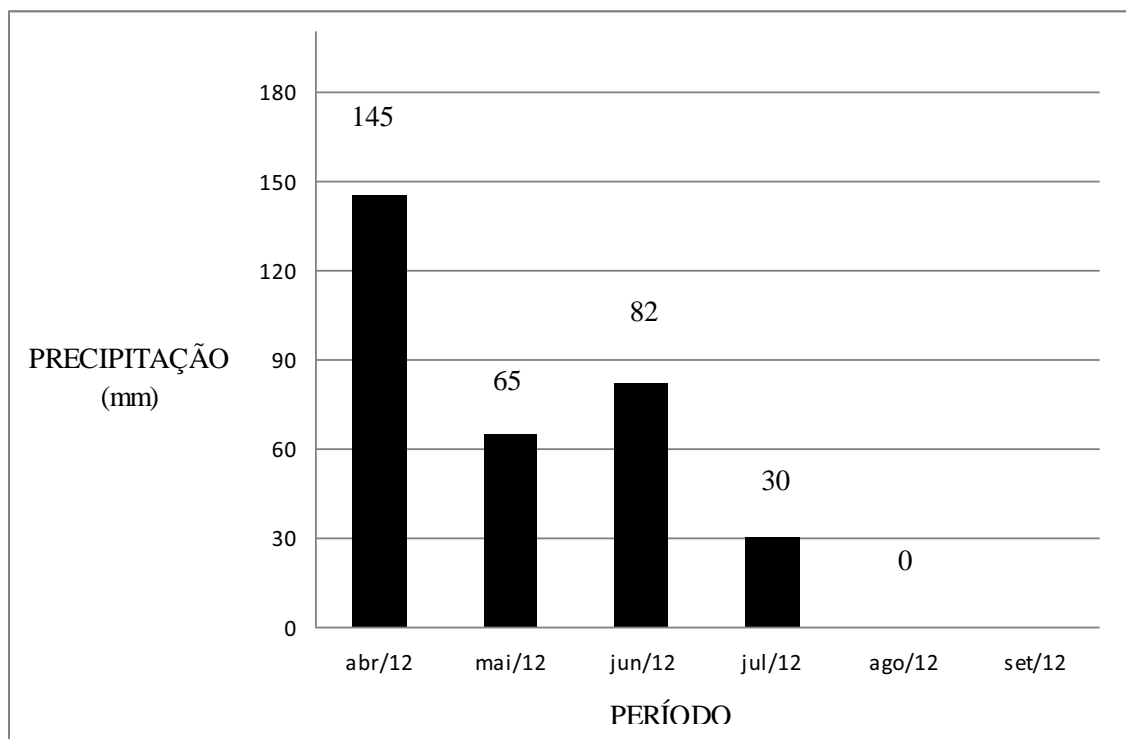


Figura 4: Distribuição da precipitação pluvial nos meses de avaliação da decomposição da palhada do milho.

A quantidade de chuva ocorrida no período de coleta de palha, ou seja, de abril a agosto, se manteve na média dos anos anteriores, portanto não tendo problema nem de falta nem de excesso de chuva no período, podemos assim chegar a conclusão de que a chuva não teve nenhuma interferência extra na decomposição da palha.

### 3.2.5 Cronograma de atividades

A tabela abaixo resume todas as atividades realizadas durante a execução do experimento, juntamente com as datas em que foram executadas.

Data	Atividades
03/11/2011	Roçada da área experimental
10/11/2011	Demarcação das parcelas e sorteio dos tratamentos
18/11/2011	Dessecação total das parcelas antes da implantação do experimento
21/11/2011	Realização da porcentagem e da quantidade de palha existente na área, através dos métodos de Laflen et al (1981) e Chaila (1986) respectivamente.

---

21/11/2011	Semeadura do milho nas parcelas
13/12/2011	Determinação da área a ser avaliada em cada parcela. E também população inicial de plantas
15/12/2011	Execução da primeira aplicação da adubação de cobertura
19/12/2011	Aplicação dos herbicidas nas parcelas correspondentes a cada tratamento,
09/01/2012	Segunda medição da altura das plantas de milho
09/01/2012	Execução da segunda aplicação da adubação de cobertura
08/03/2012	Determinação da altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga e diâmetro do colmo das plantas de milho e determinação da população final de plantas
17/04/2012	Colheita do milho nas áreas pré-determinadas das parcelas para determinação da produtividade
18/04/2012	Coleta das plantas de milho para a determinação do teor de água e matéria seca
19/04/2012	Determinação do comprimento e diâmetro de espigas e número de fileiras de grãos por espiga.
20/04/2012	Debulha das espigas de cada sub-parcela e coleta de amostra para determinação do teor de umidade dos grãos
21/04/2012	Determinação da produtividade
23	
24/04/2012	Colheita do restante das espigas da parcela, para a posterior roçada
04/05/2012	Roçada mecanizada das plantas de milho das parcelas
15/05/2012	Primeira coleta de palhada para determinação da velocidade de decomposição da palhada
15/06/2012	Segunda coleta de palhada para determinação da velocidade de decomposição da palhada
14/07/2012	Terceira coleta de palhada para determinação da velocidade de decomposição da palhada
14/08/2012	Quarta coleta de palhada para determinação da velocidade de decomposição da palhada

---

### 3.2.6 Populações inicial e final das plantas de milho

Foi realizada a avaliação da população inicial de plantas de milho, utilizando-se 2 linhas de 5 metros de comprimento por parcela 20 dias após a semeadura. A população final foi determinada no mesmo local da população inicial, contando as plantas na época da colheita.

### 3.2.7 Índice de sobrevivência das plantas de milho

O índice de sobrevivência médio correspondeu à proporção média de plantas que atingiram sua maturação, em relação ao estande médio inicial de plantas obtido pela equação:

Equação 1:

$$IS = \frac{P_f}{P_i} \cdot 100$$

Onde:

$IS$  = índice de sobrevivência médio de plantas (%);

$P_f$  = estande final de plantas (plantas  $ha^{-1}$ );

$P_i$  = estande inicial de plantas (plantas  $ha^{-1}$ ).

### 3.2.8 Altura de plantas do milho, altura da inserção da primeira espiga e diâmetro de colmo

A altura das plantas foi determinada com uma régua medindo-se a distância vertical entre o solo e a inserção da folha bandeira. A altura de inserção da primeira espiga foi determinada medindo-se, com a mesma régua, a distância vertical entre o solo e o nó onde estava inserida a base da primeira espiga. O diâmetro do colmo foi determinado aproximadamente a 0,1m acima do solo, sendo medido sempre o maior diâmetro encontrado em todas as plantas. Essas três medições foram tomadas de 10 plantas consecutivas na mesma linha no interior de cada parcela, sendo deixada uma fileira de cada lado e no mínimo dois metros no sentido do comprimento da parcela, considerados como bordadura.

### 3.2.9 Comprimento, diâmetro de espiga e número de fileiras de grãos

O diâmetro de espigas foi determinado com o uso de um paquímetro. O número de fileiras de grãos por espiga foi determinado através de uma simples contagem. Para determinar o comprimento, as espigas foram colocadas em uma

superfície plana e em cada extremidade da espiga foi encostado um pedaço de madeira com dimensões de 0,05 x 0,05 x 0,15 m, sendo assim, a distância entre os dois pedaços de madeira tomada como sendo o comprimento da espiga. Esse método foi adotado em função de que as extremidades das espigas não apresentam formato regular, principalmente a ponta que apresenta formato cônico.

### **3.2.10 Massa de matéria seca e teor de água das plantas de milho na colheita**

A matéria seca foi determinada através da coleta de 5 plantas, sem as espigas, ao acaso dentro da área avaliada da parcela. De cada planta coletada foi separado o colmo do restante das palhas da planta e secas em estufa, em seguida, determinou-se a quantidade de matéria seca por hectare separadamente de colmo e de palha e depois somados para a determinação também da quantidade de palha total por hectare.

O teor de água na planta foi determinado através das massas verdes e secas de cada parte da planta (colmo e palha) de cada parcela, usando a seguinte fórmula:

Equação 2:

$$TA = \left( \frac{PU - PS}{PU} \right) * 100$$

Em que:

TA: Teor de Água

PU: Peso Úmido

PS: Peso Seco

### **3.2.11 Peso hectolítrico**

Foi determinado em balança hectolétrica com capacidade de um quarto de litro de sementes para todos os tratamentos com 3 repetições cada descritos na Regra de Análise de Sementes (Brasil, 2009) a partir da equação 3.

Equação 3:

$$PH = \frac{PBH * 100}{VB}$$

Em que:

PH => Peso Hectolítrico

PBH => Peso obtido na balança hectolítrica

VB => Volume da Balança

### **3.2.12 Produtividade da cultura do milho**

Para determinar a produtividade foram colhidas manualmente as espigas de todas as plantas presentes em um espaço de cinco metros das duas linhas centrais de cada parcela. Essas espigas foram debulhadas por uma debulhadora estacionária de grãos, sendo em seguida determinado o peso de cada parcela através de uma balança. Após a pesagem foi tomada uma amostra de cada parcela e levadas ao laboratório para determinação da umidade da massa de grãos. As amostras foram pesadas e colocadas na estufa por 24 horas a 105°C, sendo pesadas novamente para obtenção da produtividade de grãos corrigida para 13% de umidade.

### **3.2.13 Análise da decomposição da palhada**

Após a colheita das parcelas os restos vegetais da cultura do milho foram submetidos a uma roçada mecânica, utilizando-se de um triturador de palha. Feita a roçada foi analisada a quantidade de cobertura restante em cada parcela pelo método descrito por Chaila (1986). Essa avaliação foi repetida a cada mês, por um período de 4 meses, com o objetivo de avaliar a velocidade da decomposição da palhada em cada tratamento realizado.

### **3.2.14 Análise estatística dos dados**

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância. Quando o teste F mostrou-se significativo a 5% de probabilidade foi aplicado o teste de Tukey para comparação entre médias através do programa estatístico Sigma Plot 12.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados obtidos são apresentados na forma de Tabelas, onde médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna, e maiúsculas na linha, não diferem entre si, estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As abreviações que por ventura venham a ser citadas em Tabelas e textos correspondem aos tratamentos utilizados: T (testemunha); GD1 (glifosate dosagem baixa); GD2 (glifosate dosagem média); GD3 (glifosate dosagem alta); 2,4D1 (2,4-D dosagem baixa); 2,4D2 (2,4-D dosagem média); 2,4D3 (2,4-D dosagem alta); VD1 (verdict dosagem baixa); VD2 (verdict dosagem média); VD3 (verdict dosagem alta).

Pode-se observar na Tabela 4 que não houve diferença estatística para os dados de populações iniciais e finais para nenhum dos tratamentos avaliados: como consequência também não houve diferença quanto ao índice de sobrevivência. Através desses dados pode-se afirmar que os produtos aplicados nas plantas de milho não afetaram a cultura quanto a quantidade de plantas que chegaram ao final do ciclo, e consequentemente produziram grãos e matéria seca.

Tabela 4: Populações inicial, final e índice de sobrevivência da cultura nos diferentes tratamentos, Botucatu 2012.

TRATAMENTOS	População inicial (plantas.ha <sup>-1</sup> )	População final (plantas.ha <sup>-1</sup> )	Índice de sobrevivência (%)
Testemunha	66908 a	66540 a	99,47 a
Gliphosate dosagem baixa	64702 a	62128 a	95,99 a
Gliphosate dosagem media	64334 a	64334 a	100,00 a
Gliphosate dosagem alta	63232 a	62864 a	98,83 a
2,4-D dosagem baixa	65069 a	63967 a	98,22 a
2,4-D dosagem media	61393 a	60290 a	98,18 a
2,4-D dosagem alta	60290 a	58820 a	97,64 a
Verdict dosagem baixa	63967 a	63231 a	98,87 a
Verdict dosagem media	63599 a	62496 a	98,27 a
Verdict dosagem alta	62350 a	62128 a	99,48 a
CV (%)	5,13	5,86	2,55

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A população final de plantas sempre está ligada a população inicial, pois se a inicial apresentar uma variação grande consequentemente a final obrigatoriamente tem que apresentar também, uma vez que as duas estão interligadas. Em trabalho realizado por Silva (2004), também não houve diferença estatística na população final de plantas nos dois anos em que o experimento foi realizado. No citado experimento o autor avaliou quatro cultivares de milho em dois espaçamentos entre linhas.

Silva (2000) e Riquetti (2011) encontraram diferenças significativas tanto na população inicial como na final de plantas, o segundo autor descreve em seu trabalho que esse resultado se deve as diferenças de profundidades de deposição das sementes, uma vez que foram avaliadas diferentes formas de preparo de solo, levando a semeadora a aprofundar mais nos preparos de cultivo mínimo e plantio convencional e menos no sistema de plantio direto.

Os dados de matéria seca do milho (Tabela 5) também não apresentaram diferença estatística significativa na massa de matéria seca da palha e colmo e, por consequência, nem na massa de matéria seca total da cultura após a colheita. Porém, pode-se observar que conforme foram aumentando as dosagens aplicadas de 2,4-D e Verdict, as quantidades de matéria seca também foram aumentando sequencialmente.



Tabela 5: Massa de matéria seca da palha do colmo e total nos diferentes tratamentos realizados, Botucatu 2012.

TRATAMENTOS	Matéria seca da palha (kg.ha <sup>-1</sup> )	Matéria seca do colmo (kg.ha <sup>-1</sup> )	Matéria seca Total (kg.ha <sup>-1</sup> )
Testemunha	3334 a	3209 a	6544 a
Glyphosate dosagem baixa	3145 a	3051 a	6197 a
Glyphosate dosagem media	3723 a	3060 a	6783 a
Glyphosate dosagem alta	3407 a	2732 a	6140 a
2,4-D dosagem baixa	3203 a	3303 a	6506 a
2,4-D dosagem media	3589 a	3565 a	7154 a
2,4-D dosagem alta	3485 a	4085 a	7571 a
Verdict dosagem baixa	3154 a	2703 a	5857 a
Verdict dosagem media	3165 a	3060 a	6226 a
Verdict dosagem alta	3434 a	3945 a	7379 a
CV (%)	15,29	25,06	17

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Segundo Costa et al (2008) a quantidade de matéria seca principalmente a parte foliar é afetada significativamente quando a cultura sofre um estresse hídrico de 50 e 75 % da necessidade de água necessária para seu desenvolvimento pleno, fator esse que foi encontrado em dois períodos do desenvolvimento da cultura. Outro fator que interfere no incremento de matéria seca da cultura do milho é o nível de saturação de bases (V%) que se encontra no solo, sendo níveis ideais (70%) a uma quantidade maior de matéria do que em níveis inferiores (15 e 50%) (ANDREOTTI, 2001).

Em trabalho realizado por Silva, et al (2010) foi constatado que a aplicação de qualquer herbicida seletivo na cultura do milho na dosagem recomendada afeta positivamente a produção de matéria seca da mesma em relação a tratamentos sem aplicação ou com capinas manuais, pois segundo os autores essas aplicações não afetam a cultura por ser tolerante aos herbicidas, e tem controle mais eficaz sobre as plantas daninhas, diminuindo assim a competição por água, luz e nutrientes entre as mesmas.

Também para os dados de altura de plantas aos 50 dias após a semeadura, no final do ciclo, altura de inserção da primeira espiga e diâmetro de colmo, não houve diferenças estatísticas significativas. Como consequências, pode-se inferir que as sub dosagens de herbicidas não afetam essas características da cultura do milho.

Tabela 6: Altura de plantas de milho com 50 dias após a semeadura e no final do ciclo, altura de inserção da primeira espiga e diâmetro de colmo, Botucatu 2012.

TRATAMENTOS	Altura de plantas com 50 dias (m)	Altura de plantas final de ciclo (m)	Altura de inserção da primeira espiga (m)	Diâmetro do colmo (mm)
Testemunha	0,83 a	1,86 a	1,00 a	20,5 a
Glyphosate dosagem baixa	0,83 a	1,87 a	0,99 a	21,7 a
Glyphosate dosagem media	0,79 a	1,89 a	1,01 a	20,9 a
Glyphosate dosagem alta	0,82 a	1,82 a	0,95 a	20,1 a
2,4-D dosagem baixa	0,83 a	1,88 a	1,01 a	21,2 a
2,4-D dosagem media	0,81 a	1,87 a	0,97 a	21,6 a
2,4-D dosagem alta	0,76 a	1,82 a	0,96 a	21,4 a
Verdict dosagem baixa	0,88 a	1,88 a	1,01 a	21 a
Verdict dosagem media	0,84 a	1,84 a	0,98 a	20,3 a
Verdict dosagem alta	0,80 a	1,79 a	0,91 a	21,3 a
CV (%)	9,15	3,77	6,06	4,18

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Possamai et al.(2001) encontraram maiores alturas de plantas e de inserção de espiga no sistema de semeadura direta e atribuem isso ao fato de que as plantas no plantio direto estabeleceram-se primeiro, o que resultou em maior crescimento das plantas.

Riquetti (2011) também não encontrou diferença nas alturas de plantas, de inserção da primeira espiga e nem no diâmetro de colmo. Em seu trabalho a cultura do milho foi avaliada em três diferentes preparos de solo e dois híbridos de milho isogênico transgênico e não transgênico.

Velini et al (2008) verificaram estímulo no crescimento de soja, milho, *Eucalyptus grandis*, *Pinus caribea* e *Commelina benghalensis*, quando foi aplicada nessas culturas sub dosagens de glyphosate. Os autores ainda ressaltaram que para cada cultura foram utilizadas sub dosagens diferentes.

Avaliando o efeito hormético na cultura do algodoeiro. Neves et al (2009) chegaram a conclusão que com a aplicação de sub dosagens de glyphosate há um crescimento de até 15% da produtividade em relação as plantas testemunhas (sem aplicação).

Assim como para os dados das características das plantas do milho as características relacionadas com a espiga também não apresentaram diferenças

estatísticas significativas, fazendo com que o diâmetro o comprimento da espiga o número de fileiras não fossem afetados pelos tratamentos avaliados.

Tabela 7: Diâmetro, comprimento e número de fileiras de espigas de milho, Botucatu 2012.

TRATAMENTOS	Diâmetro de espiga (mm)	Comprimento de espiga (cm)	Numero de fileiras
Testemunha	47,9 a	13,6 a	14,3 a
Glyphosate dosagem baixa	48,1 a	14,3 a	14,2 a
Glyphosate dosagem media	48,1 a	13,4 a	14,1 a
Glyphosate dosagem alta	47,7 a	13,5 a	14,4 a
2,4-D dosagem baixa	49 a	14,5 a	14,6 a
2,4-D dosagem media	49 a	14,7 a	14,4 a
2,4-D dosagem alta	48 a	14,8 a	14,3 a
Verdict dosagem baixa	48,1 a	13,9 a	14,2 a
Verdict dosagem media	48,1 a	14,2 a	14,3 a
Verdict dosagem alta	48,3 a	14,4 a	14,1 a
CV (%)	2,12	5,47	2,73

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As características da espiga do milho geralmente apresentaram baixo coeficiente de variação (<10%) (PIMENTEL GOMES, 1990), e sendo dessa forma demonstra boa precisão experimental (CARVALHO et al., 2003). Além também de ser uma característica dos milhos híbridos, por apresentarem uma baixa variação genética.

O comprimento e o diâmetro da espiga são características que interferem diretamente na produtividade de uma lavoura, afinal quanto mais comprida e mais grossa uma espiga a tendência é uma maior produção de grãos e por conseqüência uma maior produtividade. Neste trabalho não houve diferença entre os tratamentos avaliados, concordando com Furtado (2005) que comparou diferentes preparos de solo e não encontrou diferença para as características da espiga.

Em relação aos dados de peso hectolítrico porcentagem de grãos na massa total das espigas e a produtividade não variaram estatisticamente, comprovando que a aplicação de sub dosagens desses herbicidas na cultura do milho não afeta a massa dos grãos e a produtividade. A porcentagem de grãos nas espigas também não se diferenciaram entre os tratamentos.

A produtividade média dessa área em que o experimento foi instalado fica em torno dos 11000 kg.ha<sup>-1</sup> de grãos secos, portanto essa produção

encontrada nesse experimento fica bem abaixo da média do local. Porém em relação a produtividade nacional de milho, que esta em torno de 4000 a 5000 kg.ha<sup>-1</sup>, essa média se torna bem alta.

Tabela 8: Peso hectolítrico, porcentagem de grãos na massa total da espiga e produtividade, Botucatu 2012.

TRATAMENTOS	Peso hectolítrico (massa em 100 l)	Porcentagem de grãos na massa total da espiga (%)	Produtividade (kg.ha <sup>-1</sup> )
Testemunha	65,64 a	74 a	8791 a
Glyphosate dosagem baixa	64,53 a	74 a	8187 a
Glyphosate dosagem media	66,54 a	74 a	8436 a
Glyphosate dosagem alta	65,28 a	74 a	7880 a
2,4-D dosagem baixa	64,41 a	73 a	8420 a
2,4-D dosagem media	64,13 a	73 a	8537 a
2,4-D dosagem alta	64,88 a	72 a	7644 a
Verdict dosagem baixa	65,09 a	72 a	7856 a
Verdict dosagem media	65,19 a	75 a	8681 a
Verdict dosagem alta	65,54 a	73 a	7926 a
CV (%)	1,63	2,7	8,74

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Furlani Jr et al (2009), notaram um aumento significativo no número de capulhos e conseqüentemente na produção de algodão quando aplicado sub dosagens de glifosate sendo, o maior incremento na dosagem de 20 g.ha.i.a.<sup>-1</sup>.

Figueiredo et al (2007), constataram que a aplicação de sub dosagens a partir da dosagem de 378 g.ha<sup>-1</sup> de glifosate na cultura do tomate afeta de forma negativa seu desenvolvimento e também sua produção. Outros efeitos negativos foram encontrados nas culturas de milho, sorgo, algodão e eucalipto, em que a intoxicação das plantas resultou em redução de crescimento e produtividade (ALVES, 2000; MAGALHÃES et al., 2001 a, b; YAMASHITA e GUIMARÃES, 2005; TUFFI SANTOS et al., 2006; YAMASHITA e GUIMARÃES, 2006).

Silva et al (2012), avaliou a cultura do feijoeiro quando submetido a aplicação de sub dosagens de Glyphosate, em seu trabalho foram avaliadas três cultivares de feijão, para nenhuma delas a produtividade foi afetada, porém a massa de 100 grãos foi afetada negativamente.

A decomposição da palhada deixada pela cultura do milho foi outra variável importante avaliada no experimento. Essa variável apresentou diferenciação estatística de acordo com os tratamentos avaliados.

Na Tabela 9 são apresentados os dados de decomposição da palhada do milho em função do tempo. Observa-se que a decomposição mais lenta encontrada foi no tratamento de Verdict na dosagem baixa, chegando ao final dos 120 dias (4 meses), com uma média de 5681,2 kg.ha<sup>-1</sup>, de palha ainda restante no campo. O tratamento com a taxa de decomposição mais acentuada foi o 2,4-D na dosagem alta, chegando ao final com 4512,7 kg.ha<sup>-1</sup>.

Tabela 9: Decomposição da palhada do milho em função do tempo (em kg ha<sup>-1</sup>) , Botucatu 2012

Tratamento	Matéria seca				
	Matéria seca 1 mês após a colheita	Matéria seca 2 mês após a colheita	Matéria seca 3 mês após a colheita	Matéria seca 4 mês após a colheita	Matéria seca média dos 4 meses de avaliação
Testemunha	7202,1	5880,1	4382,6	3517,1	5245,5 abcd
Glifosato Dosagem Baixa	6690,3	4777,9	4296,1	3372,5	4784,2 bcd
Glifosato Dosagem Média	7309,8	5512,7	4650,9	4155,7	5407,3 abc
Glifosato Dosagem Alta	7706,1	5296,8	4116,7	3191	5077,6 abcd
2,4 D Dosagem Baixa	7430,5	6292	4974,2	3753,6	5612,6 ab
2,4 D Dosagem Média	7133,8	5163,8	4421,7	3685,2	5101,1 abcd
2,4 D Dosagem Alta	5555,7	4882	4175,8	3437,1	4512,7 d
Verdict Dosagem Baixa	7710,7	5780,7	5134,3	4099,1	5681,2 a
Verdict Dosagem Média	5644,5	4871	4463,9	3732,9	4678,1 cd
Verdict Dosagem Alta	7560,7	5263,7	4275,2	3623,4	5180,8 abcd
Tempo (T)	Matéria seca				
0	6994,4 a				
30	5372,1 b				
60	4489,1 c				
90	3656,8 d				

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Wisniewski e Holtz (1997) avaliaram a decomposição da palhada do milho e da aveia preta, em rotação com soja, e concluíram que o milho se

decompõe mais lentamente que a aveia devido a sua palhada ser de alta heterogeneidade e possuir uma relação carbono/nitrogênio mais alta do que a da aveia.

Kliemann, et al (2006) avaliaram a velocidade de decomposição de várias culturas por um período de 150 dias, e puderam concluir que a palhada do sorgo ainda persistia em 80% sobre o solo sem se decompor, e a palhada com a maior velocidade de decomposição foi a de braquiaria consorciada com a cultura do milho, lembrando que nesse trabalho o autor cortou toda a massa verde logo após a colheita e a deixou sobre o solo para decompor.

Avaliando a produção de massa de matéria seca e a sua decomposição das culturas de milheto, sorgo, crotalaria, aveia, guandu, braquiaria e pousio (testemunha), Torres, et al (2005) concluíram que a cultura a cultura mais produtiva é a do milheto, além de ser também a que apresenta a maior quantidade ao final de 320 dias. Já entre as leguminosas a que apresentou maior produção de massa de matéria seca foi a crotalaria. Como já era de se esperar as maiores velocidades de decomposição ficaram por conta das duas leguminosas avaliadas (crotalaria e guandu), devido as suas relações C/N serem mais baixas do que as gramíneas.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA NOVAS PESQUISAS**

Sugere-se que seja repetido o experimento em campo para que o mesmo possa se desenvolver em melhores condições de disponibilidade de água, fato que não aconteceu durante o crescimento e desenvolvimento da cultura, ocasionando a falta de chuvas em épocas de fundamental importância para a cultura e, conseqüentemente pode ter afetado negativamente os dados encontrados.

Outra sugestão para esse tipo de ensaio seria a aplicação recomendada de herbicida seletivo para a cultura a fim de evitar à infestação de plantas daninhas, diminuindo a concorrência com a cultura e facilitando as avaliações do experimento.

Tendo em vista que um dos focos do trabalho visava o aumento de massa de matéria seca produzida pela cultura, além de manter a cobertura por mais tempo sobre o solo, ou seja, diminuir a velocidade de decomposição, sugere-se também que seja realizado experimentos com essa mesma linha de pesquisa em outras culturas e principalmente em culturas que já são implantadas com o intuito de produzir matéria seca para que possa viabilizar a implantação ou manutenção do sistema de plantio direto.

## **6. CONCLUSÃO**

Nas sub dosagens testadas, os herbicidas Glyphosate, 2,4-D e Verdict, não influem nas características agronômicas avaliadas, nas quantidades de matéria seca deixa na superfície do solo e na produtividade da cultura do milho.

Sub dosagens do herbicida Verdict leva a uma menor velocidade de decomposição na palhada da cultura do milho.



## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA, C.; BASSO, C.J.; CERETTA, C.A.; GONÇALVES, C.N.; ROS, C.O. Plantas de cobertura do solo como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 157-165, 2001.

ALLENDER, W. J. Effect of trifluoperazine and verapamil on herbicide stimulated growth of cotton. **Plant Nutrition**, n. 20: p. 69-80, 1997.

ALVARENGA, R. C. et al. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p.25-36, 2001.

ALVES, L. W. R. et al. Efeito da aplicação de subdoses dos herbicidas glyphosate e oxyfluorfen, simulando deriva sobre a cultura do milho (*Zea mays* L.). **Ci. Agrotec.**, v. 24, p. 889-897, 2000.

ANDREOTTI, M. et al. Produtividade do milho safrinha e modificações químicas de um latossolo em sistema plantio direto em função de espécies e cobertura após calagem superficial. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 109-115, 2008.

ANDREOTTI, M. et. al. Produção de matéria seca e absorção de nutrientes pelo milho Em razão da saturação por bases e da adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. V. 35, n. 12, p. 2437-2446, 2001.

BERG, B. Nitrogen release from litter and humus in coniferus forest soil - a mini review. **Scand. J. For. Res.** v. 1, p. 359-369, 1986.

BERTOL, I.; CIPRANDI, O.; KURTZ, C.; BAPTISTA, A.S. Persistência de resíduos culturais de aveia e milho sobre a superfície do solo em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 705-712, 1998.

BORKERT, C.M.; GAUDÊNCIO, C.A.; PEREIRA, J.E.; PEREIRA, L.R. ; OLIVEIRA JUNIOR, A. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea das culturas de

cobertura de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 143-153, 2003.

BROWN, P.L.; DICKEY, D.D. Losses of wheat straw residue under simulated field conditions. **Soil Science Society of America. Proceedings**, v.34, p.118-121, 1970.

CALABRESE, E. J. Paradigm lost, paradigm found: The reemergence of hormesis as a fundamental dose response model in the toxicological sciences. Geneva, **Environ. Pollution**, n. 138 p. 378-411, 2005.

CALABRESE, E. J.; BALDWIN, L. A. Applications of hormesis in toxicology, risk assessment and chemotherapeutics. **Trends Pharmacol.**, Bruxelas, n.7, p. 323: 331, 2002.

CALEGARI, A.; FERRO, M.; GRZESIUK, F.; JACINTO JUNIOR, L. Plantio direto e rotação de culturas: experiência em Latossolo Roxo/1985–1992. Paraná, **COCAMAR/ZENECA** Agrícola, 1992, 64p.

CAMPBELL, C.A.; MYERS, R.J.K.; WEIER, K.L. Potentially mineralizable nitrogen, decomposition rates and their relationship to temperature for five Queensland soils. **Australian Journal of Soil Research**, v.19, p.323 -332, 1981.

CANTARELLA, H.; ABREU, C.A.; BERTON, R.S. Fornecimento de nutrientes pela matéria orgânica do solo. In: GUERRINI, I.A.; BULL, L.T. **Encontro sobre matéria orgânica do solo**. UNESP, p.63-122. 1992.

CARBONARI, C. et al. Efeitos da aplicação de glyphosate no crescimento inicial de mudas de eucalipto submetidas a dois níveis de adubação fosfatada. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE, 1., 2007, Botucatu. Anais... Botucatu: FEPAF, 2007. p. 68-70.

CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 14, p. 99- 105, 1990.

CARVALHO, C. G. P.; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, J. F. F.; ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S.; OLIVEIRA, M. F.; HIROMOTO, D. M.; TAKEDA, C. Proposta de classificação dos coeficientes de variação em relação à produtividade e altura da planta de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 2, p. 187-193, 2003.

CARVALHO, F.L.C.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. Eficácia relativa de doses e formas de manejo de resíduo culturas de trigo na redução da erosão hídrica do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 14, p. 227-234, 1990.

CARVALHO, W. A. et al. Levantamento de solos da Fazenda Lageado - Estação Experimental "Presidente Médici". Boletim Científico da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Botucatu, n.1, p.1-85, 1983.

CEDERGREEN, N. et al. The occurrence of hormesis in plants and algae. **Dose–Response** v.5, n.2, p.150-162, 2007.

- CHAILA, S. Metodos de evaluación de malezas para estudios de población y de control. **Malezas**, v. 14, n. 2, p. 1-78, 1986.
- CHRISTENSEN, B.T. Barley straw decomposition under field conditions: effect of placement and initial nitrogen content on weight loss and nitrogen dynamics. **Soil Biology and Biochemistry**, v.18, p.523-529, 1986.
- COELHO, H. **Uso da descarga elétrica em plantio direto na cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 2000. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.
- COLOZZI-FILHO, A. Plantio direto: microorganismos e processos. In: ASSOCIAÇÃO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO. **Atualização em fertilidade e biodinâmica no sistema de plantio direto**. Brasília, DF: APDC, 2000. p.29-42. Programa de treinamento.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento. CONAB, 2011. **Acompanhamento da safra 2011/2012**. Décimo levantamento, Jul./2012. Disponível em: <[www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)>. Acesso em: Ago. 2012
- COSGROVE, D.J. Metabolism of organic phosphates in soil. In: McLAREN, A.D.; PETERSON, G.H. **Soil Biochemistry**. v.1, p.216-228, 1967.
- COSTA, F. S. et al. Propriedades físicas de um latossolo bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 27, n. 3, p. 527-535, 2003.
- COSTA, J. R., PINHO, J. L. N., PARRY, M. M. Produção de materia seca de cultivares de milho sob diferentes níveis de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v 12, n. 5, p. 443-450, 2008.
- CRUZ, J. C. et al. Avaliação de sistemas de produção de milho na região de Sete Lagoas, MG. **Circular Técnica**. Sete Lagoas, n. 123, p. 1-6, Dez. 2009.
- CUNHA, J. P. A. R.; CASCÃO, N. C.; REIS, E. F. Compactação causada pelo trafego de trator em diferentes manejos de solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 3, p. 371-375, 2009.
- DERPSCH, R. et al. Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura de solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Tradução de Irene Popper. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), 1991. 272 p.
- DICK, W.A. Organic carbon, nitrogen and phosphorus concentrations and pH in soil profiles as affected by tillage intensity. **Soil Science Society of America. Journal**, v.47, p.102-107, 1983.

DINARDIN, J. E.; KOCHHAM, R. A. Requisitos para implantação e a manutenção do sistema de plantio direto. In: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. p. 19-27.

DOUGLAS JUNIOR, C.L.; ALLMARAS, R. R.; RASMUSSEN, P.E.; RAMIG, R.E.; ROAGER JUNIOR, N.C. Wheat straw composition and placement effects on decomposition in dryland agriculture of the Pacific Northwest. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.44, p.833-837, 1980.

DUARTE, J.O. et al. Cultura do milho: economia da produção. Sistemas de produção 2. Sete Lagoas – MG, 4 ed. Set. 2008. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/economia.htm>> Acesso em: 02 ago. 2011.

DUKE, S. O.; CEDERGREEN, N.; VELINE, E. D.; BELZ, R. Hormesis and phytotoxins: hormesis: is it an important factor in herbicide use and allelopathy?. *Outlooks on Pest Management*, p. 29-33, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa – CNPSO, 1999. 412p.

FANCELLI, A. L. A importância da cultura do milho no plantio direto. In: EMBRAPA:FUNDACEP-FECOTRIGO; FUNDAÇÃO ABC. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo, Editora Aldeia Norte, 1993. p. 119-127.

FIGUEIREDO, S. S. et al. Influencia de doses reduzidas de Glyphosate no tomateiro (*Lycopersicon esculentum*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 849-857, 2007.

FRANZ, J.E. Discovery, development and chemistry of glyphosate. In: GROSSBARD, E. & ATKINSON, D. (Ed.). **The herbicide glyphosate**. Chapter 1. London: Butterworths & Co. Ltda., 1985. p. 3-17.

FURLANI JUNIOR, E. et al. Efeito de subdoses de glifosato na produtividade do algodoeiro. In: **VII Congresso brasileiro do algodão**, 2009, Foz do Iguaçu. Anais do VII Congresso brasileiro do algodão. Campina Grande, Embrapa, p.1295-1300. 2009.

FURTADO, M. B. Sistemas de preparo do solo e populações de plantas em espaçamento reduzido: comportamento de cultivares de milho (*Zea mays* L.). 2005. 87 f. Dissertação (Mestrado em agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

GILLES, L. et al. Perdas de água, solo, matéria orgânica e nutriente por erosão hídrica na cultura do milho implantada em área de campo nativo, influenciadas por métodos de preparo do solo e tipos de adubação. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Viçosa, v. 33, n. 5, Out. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v33n5/v33n5a33.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2011.

GODOY, M. C. Efeitos do glyphosate sobre o crescimento e absorção de fósforo pela soja. 2007. 53 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista (UNESP)- Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), Botucatu.

GONÇALVES, C.N.; CERETTA, C.A. Plantas de cobertura de solo antecedendo o milho e seu efeito sobre o carbono orgânico do solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 307- 313, 1999.

GUIMARÃES, G.L. **Efeitos de culturas de inverno e do pousio na rotação de culturas de soja e do milho em sistema de plantio direto**. 2000. 108 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha solteira, Universidade Estadual Paulista.

HOLTZ, G.P. **Dinâmica da decomposição da palhada e da distribuição do carbono, nitrogênio e fósforo numa rotação de culturas sob plantio direto na região de Carambeí, PR**. 1995. 129 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná.

JANZEN, H.H.; KUCEY, R.M.N. Carbon, nitrogen and sulfur mineralization of crop residues as influenced by crop species and nutrient regime. **Plant and Soil**, The Hague, v.106, p.35-41, 1988.

KLIEMANN, H. J.; BRAZ, A. J. P.B.; SILVEIRA, P. M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em latossolo vermelho distroférico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, p. 21-28, 2006.

KOVALCHUK, I. et al. Reactive oxygen species stimulate homologous recombination in plants. **Plant Cell Environ**, n. 26, p. 1531-1539, 2003.

LAFLEN, J. M.; AMEMIYA, A.; HINTZ, E. A. Measuring crop residue cover. In: **Soil Water Conservation**, v.36, p.341-343, 1981.

LANDAU, E.C. ET al. Cultivo do milho: clima e solo. Sistemas de produção 2. Sete Lagoas – MG, 4 ed Set 2008. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/Milho/climaesolo.htm>> Acesso em: 05 ago. 2011.

LANGE, A.; CABEZAS, W. A. R. L.; TRIVELIN, P. C. O. Produtividade de palha e de milho no sistema semeadura direta, em função da época da aplicação do nitrogênio no milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Londrina, v. 8, n 1, p. 57-68, 2009.

LEVIEN, R. Condições de cobertura e métodos de preparo do solo para a implantação da cultura do milho (*Zea mays* L.). 1999. 305 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

MAGALHÃES, P. C. et al. Efeito de doses reduzidas de glyphosate e paraquat simulando deriva na cultura do milho. **Planta Daninha**, v. 19, n. 2, p. 247-253, 2001a.

MAGALHÃES, P. C. et al. Efeito de doses reduzidas de glyphosate e paraquat simulando deriva na cultura do sorgo. **Planta Daninha**, v. 19, p. 255-262, 2001b.

- MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Milho**. Brasília: MAPA, 2011. Disponível em: <www.mapa.gov.br>. Acesso em 14 de nov. 2011
- MARQUES, J. P. **Manejo da vegetação espontânea para implantação da cultura do milho (*Zea mays* L.) em plantio direto e preparo convencional do solo**. 1999. 98 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia /Energia na Agricultura)- Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.
- MASON, C.F. **Decomposição**. São Paulo: EPU/EDUSP, 1980. 63p. (Temas de Biologia, 18).
- MELLILO, J.M.; ABER, J.D.; MURATORE, J.F. Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. **Ecology**, v. 63, p. 621-626, 1982.
- MELLO FILHO, G. A.; RICHETTI, A. Aspectos socioeconomicos da cultura do milho. In: EMBRAPA. **Milho: informações técnicas**, Dourados, 1997. p. 13-38.
- MESCHEDE, D. et al. Efeito de subdoses de glyphosate sobre o crescimento e desenvolvimento de commelina bengalensis.. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE, Botucatu. Anais... Botucatu: FEPAF, 2007. p. 65-67.
- MORAES, R.N.S. **Decomposição das palhadas de sorgo e milheto, mineralização de nutrientes e seus efeitos no solo e na cultura do milho em plantio direto**. 2001. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Lavras.
- NEVES, D. C., JUNIOR, E. F., FILHO, V. V. V. Hormese no crescimento de algodoeiro por subdoses de glifosato.. In: **VII CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO**, Foz do Iguaçu. Anais... p. 915 a 922, 2009.
- PARSON, P. A. Metabolic efficiency in response to environmental agents predicts hormesis and invalidates the linear No-Threshold Premise: Ionizing radiation as a case study. **Crit. Rev. Toxicol**, n. 33, p. 443-450, 2003.
- PETRY, M. T. et al. Disponibilidade de água do solo ao milho cultivado sob sistemas de semeadura direta e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 531-539, 2007.
- PIMENTEL GOMES, F. Curso de Estatística Experimental. 12. ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468 p.
- POSSAMAI, J. M. et al. Sistemas de preparo do solo para o cultivo do milho safrinha. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 2, 2001.
- PRADO, R. P. et al. **Manejo mecanizado de atividades para implantação de culturas**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2002. p. 11.
- RANNELS, N.N.; WAGGER, M.G. Nitrogen release from crimson clover in relation to plant growth stage and composition. **Agronomy Journal**, v.84, p.424-430, 1992.

REICOSKY, D.C.; FORCELLA, F. Cover crop and soil quality interactions in agroecosystems. *J. Soil Water Conservation*, v. 53, p. 224-229, 1998.

RIQUETTI, N. B. **Efeito do manejo de solo nos parâmetros agronômicos e energéticos de híbridos de milho transgênico e não transgênico.** 2011. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia /Energia na Agricultura)- Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

SÁ, J. C. M. Plantio Direto: transformação e benefícios ao agroecossistema. In: CURSO SOBRE MANEJO DO SOLO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1995, Castro. **Trabalhos publicados...** Castro: Fundação ABC, 1995. p. 1-11

SCHABENBERGER, O. et al. Statistical tests for hormesis and effective dosage in herbicide dose–response. *Agron. J.*, Madison, v. 91, p. 713–721, 1999

SCHMIDT, R. R. Classification of herbicides according to mode of action. Brighton crop protection conference – Weeds, p. 1133-1140, 1997

SECCO, D. et al. Atributos físicos e rendimento de grãos de trigo, soja e milho em dois Latossolos compactados e escarificados. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.1, p. 58-64, 2009.

SILVA, A. R. B da. **Diferentes sistemas de manejo do solo e espaçamentos na cultura do milho (*Zea mays* L.)** 2004. 147p. Tese (Doutorado em Agronomia – Área de Concentração Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

SILVA, A. R. B. da. **Comportamento de variedades/híbridos de milho (*Zea mays* L.) em diferentes tipos de preparo de solo.** 2000. 95p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Concentração Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

SILVA, J.C.; ARF, O.; GERLACH, G.A.X.; KURYIAMA, C.S.; RODRIGUES, S.A.F. Efeito hormese de glyphosate em feijoeiro, **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 3, p. 295-302, 2012.

SILVA, P. I. B. et al, Acumulo de matéria seca de milho e braquiaria consorciados em diferentes manejos de plantas daninhas. In: XXVII Congresso Brasileiro de Plantas Daninhas, Ribeirão Preto, Anais... p. 2351-2353, 2010.

SMITH, S.V.; SHARPLEY, A.N. Soil nitrogen mineralization in the presence of surface and incorporated crop residues. *Agronomy Journal*, v.82, p.112-116, 1990.

SOUTHAM, C. M.; EHRLICH, J. **Effects of Extract of western red-cedar heartwood on certain wood-decaying fungi in culture.** *Phytopathology*, 33, p. 517-524, 1943.

SOUZA, W.J.O.; MELLO, W.J. Teores de nitrogênio no solo e nas frações da matéria orgânica sobre diferentes sistemas de produção de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 885-896, 2000.

TORMENA, C. A. et al. Densidade, porosidade e resistência à penetração em Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. *Scientia agrícola*. Piracicaba, vol.59, n.4, p. 795-801, 2002.

TORRES, J. R. L.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 609-618, 2005.

TUFFI SANTOS, L. D. et al. Intoxicação de espécies de eucalipto submetidas à deriva do glyphosate. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 359-364, 2006.

VELINI, E. D. et al. Glyphosate applied at low doses can stimulate plant growth. **Pest Management Science**, v. 4, p. 489-496, 2008.

VELINI, E. D. et al. Deposição do glifosato aplicado para o controle de plantas daninhas em soja transgênica. *Planta Daninha*, Viçosa/MG, v. 24, n. 1, p. 173-181, 2006

VELINI, E. D. Hormesis: is it an important factor in herbicide use and allelopathy?. **Outlook on Pest Management**, v. 17, p. 29-33, 2006.

WAGNER, R. M.; KOGAN, A. M. Parada Phytotoxic activity of root absorbed glyphosate in corn seedlings (*Zea mays* L.). **Weed Biol. Manag.**, Danvers-MA, n. 3, p. 228-232, 2003

WIEDMANN, S.J. & APPLEBY, A. P. Plant growth stimulation by sublethal concentrations of herbicides. **Weed Res.** 1972.

WISNIEWSKI, C. & G. P. HOLTZ. Decomposição da palhada e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32 n. 11, p.1191-1197, 1997.

YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C. Resposta de cultivares de algodoeiro a subdoses de glyphosate. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 627-633, 2005.

YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C. Deriva simulada de glyphosate em algodoeiro: efeito de dose, cultivar e estágio de desenvolvimento. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 821-826, 2006.