

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS MARECHAL CÂNDIDO RONDON
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
NÍVEL MESTRADO

SHEILA CORDEIRO DA SILVA MATTE

**CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.)
SOB DOSES DE FÓSFORO E SIMULAÇÃO DE DERIVA DE GLYPHOSATE**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON
ABRIL/2013

SHEILA CORDEIRO DA SILVA MATTE

**CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.)
SOB DOSES DE FÓSFORO E SIMULAÇÃO DE DERIVA DE GLYPHOSATE**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, como parte das exigências, do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Nível Mestrado, para a obtenção do Título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof^o. Dr. Neumárcio Vilanova da Costa

Co – orientador: Prof^o Dr. Odair José Kuhn

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

ABRIL/2013

A Deus pela por tudo, ao meu amado Jalmir, minha pequena Pietra, minha mãe Albina e minhas irmãs Luciana e Lediana pelo incentivo, compreensão, paciência, apoio e principalmente pela vida que me proporcionam.

O melhor presente que uma filha pode receber é o carinho e amor de vocês.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo que conquistei até agora, mas peço a Ele para me dar sabedoria e forças para conquistar muito mais.

Ao meu orientador Prof^o Dr. Neumárcio Vilanova da Costa pela orientação, dedicação, disposição, apoio e ajuda em todos os momentos sempre que necessário.

Ao meu Co- orientador Prof^o Dr. Odair José kuhn pela ajuda e disponibilidade

Ao professor Dr. Cláudio Yuji Tsutsumi pela paciência e ajuda sempre disposta.

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE *Campus* Marechal Cândido Rondon e todos os funcionários pela ajuda, auxílio e colaboração;

A meu esposo amado Jalmir Matte, e a minha família, mãe e irmãs, por serem os principais responsáveis pela conquista de todos os meus objetivos;

As minhas queridas amigas Aparecida da Costa, Roselene Siebert e Tatiane Pauly, por todo apoio e carinho e por torcerem pela minha vitória nessa etapa de minha vida;

Aos meus colegas e amigos da Pós graduação, Fabiane Gusatto, Michelle Ajala, Fernando furlan, Arthur Pinto, Jéferson Klein, Cristiane Meneirz, luiz Neri Berté, pelo companheirismo e ajuda.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Pinhão manso (<i>Jatropha curcas</i> L.).....	12
2.2 Potencial do pinhão manso para o biodiesel	14
2.3 Adubação fosfatada	16
2.4 glyphosate	17
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Descrição da área experimental.....	20
3.2 Delineamento experimental.....	20
3.3 Implantação e condução do experimento.....	20
3.4 Variáveis analisadas	21
3.5 Análises estatísticas.....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 Fitotoxidez das plantas pelo glyphosate.....	23
4.2 Altura e diâmetro das plantas.....	23
4.3 Área foliar e matéria seca.....	26
4.4 Conteúdo (%) de lignina e celulose.....	31
4.5 Teor de fósforo das folhas.....	33
4.6 Teor de clorofilas a e b, antocianinas e carotenóides.....	35
4.7 Atividade peroxidase e proteínas totais.....	37
4.8 Trocas gasosas.....	39
5 CONCLUSÕES	42
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Aspecto das plantas no momento da aplicação das doses de simulação de deriva com glyphosate.....22
- Figura 2. Altura de plantas de Pinhão manso após a aplicação de simulação de deriva com glyphosate, nas diferentes adubações fosfatadas A ($0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$), B ($40 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$) e C ($80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$).....24
- Figura 3. Diâmetro de plantas de Pinhão manso após a aplicação de simulação de deriva com glyphosate, nas diferentes adubações fosfatadas A ($0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$), B ($40 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$) e C ($80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$).....26
- Figura 4. Aspecto das raízes de Pinhão manso 56 dias após a aplicação de simulação de deriva com glyphosate.....32
- Figura 5. Atividade da enzima peroxidase, nas folhas de Pinhão manso 56 dias após a aplicação de simulação de deriva com glyphosate.....37
- Figura 6. Teor de proteínas totais, nas folhas de Pinhão manso 56 dias após a aplicação de simulação de deriva com glyphosate.....38

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Atributos químicos do solo utilizado para a implantação do experimento.....	21
Tabela 2. Análise física do solo utilizado para a implantação do experimento.....	21
TABELA 3 Médias da área foliar (cm ²) de plantas de pinhão manso submetidas a diferentes doses de fósforo e doses de simulação de deriva de glyphosate aos 56 dias após a aplicação no Município de Marechal Cândido Rondon – PR, 2011.....	27
TABELA 4 Médias da matéria seca das folhas (g) de plantas de pinhão manso submetidas a diferentes doses de fósforo e doses de simulação de deriva de glyphosate aos 56 após a aplicação no Município de Marechal Cândido Rondon – PR, 2011.	28
TABELA 5 Médias da matéria seca do caule (g) de plantas de pinhão manso submetidas a diferentes doses de fósforo e doses de simulação de deriva de glyphosate aos 56 dias após a aplicação no Município de Marechal Cândido Rondon – PR, 2011.....	29
TABELA 6. Médias da matéria seca das raízes (g) de plantas de pinhão manso submetidas a diferentes doses de fósforo e doses de simulação de deriva de glyphosate aos 56 dias após a aplicação no Município de Marechal Cândido Rondon PR, 2011.....	30
TABELA 7. Médias da matéria seca total (g) de plantas de pinhão manso submetidas a diferentes doses de fósforo e doses de simulação de deriva glyphosate aos 56 dias após a aplicação no Município de Marechal Cândido Rondon – PR, 2011.....	31

TABELA 8. Conteúdo de lignina (%) em plantas de pinhão manso 56 dias após a simulação de deriva com glyphosate.....	32
TABELA 9 Conteúdo de celulose (%) em plantas de pinhão manso 56 dias após a simulação de deriva com glyphosate.....	33
TABELA 10. Análise foliar de fósforo (g / kg) de plantas de pinhão manso aos 56 dias após a simulação de deriva com glyphosate.....	34
TABELA 11. Teor de clorofila a, clorofila b, carotenóides e antocianinas após 56 dias da aplicação de simulação de deriva de glyphosate.....	36
TABELA12 Resumo da ANAVA para as variáveis peroxidase e proteína.....	38
TABELA13. trocas gasosas de plantas de pinhão manso aos 35 dias após a aplicação de glyphosate.....	41

RESUMO

Título: Crescimento inicial de plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas L.*) sob doses de fósforo e simulação de deriva de glyphosate

Apesar de não existir ainda herbicidas registrados para o pinhão manso no Brasil, o glyphosate está sendo utilizado em áreas de plantio comercial da cultura. Desta forma acredita-se que a adubação fosfatada pode aumentar a tolerância das plantas daninhas a deriva do glyphosate. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento inicial de plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas L.*) sob efeito de níveis de adubação fosfatada e simulação de deriva de glyphosate. O experimento foi conduzido utilizando-se vasos plásticos, acondicionados em condições de campo. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 5 (três doses de fósforo : 0, 40 e 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e cinco doses de glyphosate simulando deriva: (0; 1,1; 3,3; 10 e 30 g ha⁻¹), com quatro repetições. Foram avaliados: altura e diâmetro, matéria seca de folhas, caule e raízes, teor de fósforo, lignina e celulose, enzima peroxidase, proteínas totais, clorofilas a e b, antocianinas e carotenóides e as trocas gasosas. Concluiu – se que adubações de 40 e 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ proporcionaram o maior incremento em matéria seca. As análises de lignina, teor de fósforo também apresentaram os maiores teores nas adubações de 40 e 80 kg ha⁻¹ de fósforo, assim como na fotossíntese. Foi observado que as doses de simulação de deriva de 1,1; 3,3 g ha⁻¹ foram as que se destacaram aumentando a matéria seca. Na dose de 30 g ha⁻¹ a planta tende a ficar suscetível a deriva de glyphosate, reduzindo a matéria seca das plantas, conteúdo de lignina e celulose e proteínas totais. A adubação fosfatada, tende a tornar as plantas de pinhão manso mais tolerantes a deriva de glyphosate.

Palavras - chaves: sub doses, adubação, fotossíntese, herbicida

ABSTRACT

Initial growth of *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.) under phosphorus and simulated drift of glyphosate

We carried out this work with the aim of evaluating the initial growth of *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.) under the influence of levels of phosphorus and simulated glyphosate drift. The experiment was conducted using plastic pots, packed in field conditions, we used a randomized complete block randomized in a factorial 3 x 5 (three phosphorus levels: 0, 40 and 80 kg ha⁻¹) and five doses simulated drift of glyphosate: (0, 1.1, 3.3, 10 and 30 g ha⁻¹), with 4 replicates. The fertilization of 40 and 80 kg ha⁻¹ phosphorus provided the greatest increase in dry matter, height and diameter. Analyses of lignin, phosphorus also showed the highest levels of fertilization in 40 and 80 kg ha⁻¹ phosphorus, as in photosynthesis. It was observed that the doses of 1.1 drift simulation; 3.3 g ha⁻¹ were as highlighted taking into account the dry matter. At a dose of 30 g ha⁻¹ plant tends to be susceptible to glyphosate drift, reducing the plant dry matter. Phosphorus fertilization, tends to make plants more tolerant *jatropha* glyphosate drift.

Keywords: sub doses, fertilization, photosynthesis, herbicide

INTRODUÇÃO

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), pertence a família das euforbiáceas, a mesma da mamona e da mandioca, considerada uma planta que pode medir de dois metros de altura até cinco metros (OLIVEIRA et al., 2009).

O pinhão manso vem sendo considerado uma cultura rústica, adaptada às mais diversas condições edafoclimáticas, que sobrevive bem em condições de solos de baixa fertilidade natural (ARRUDA et al., 2004).

Contudo, para se obter alta produtividade de frutos, a planta exige solos férteis e com boas condições físicas (LAVIOLA & DIAS, 2008). Logo, a adubação do solo pode ser decisiva para se obter sucesso e lucratividade nessa cultura, embora ainda necessite de estudos para avaliar o efeito da adubação fosfatada no crescimento inicial do pinhão manso (SILVA, 2010).

Esta planta apresenta um grande potencial sócio econômico, pois o seu óleo pode ser utilizado na produção de biodiesel reduzindo a dependência do país em relação aos combustíveis fósseis (ALVES et al., 2008).

No Brasil, a dedicação na produção do pinhão manso surgiu com o estabelecimento do Plano Nacional de Produção de Biodiesel, que anunciaram esta oleaginosa como uma cultura que possui potencial para atender a este programa por possuir um potencial de rendimento de grãos e óleo, que em sua fase inicial permite o consorciamento com outras culturas de interesse alimentar e econômico. (NERY et al. 2009 e ANDRÉO-SOUZA et al., 2010).

Entretanto no Brasil os plantios comerciais estão em fase inicial de implantação e domesticação de espécies, a expectativa de que a cultura deixe de ser um potencial e passe a ser uma matéria prima para o mercado de biodiesel (ANDRÉO-SOUZA et al., 2010).

As informações sobre recomendações técnicas de manejo, principalmente às referentes ao controle de plantas daninhas na cultura do pinhão manso ainda são escassas (COSTA et al., 2009). O controle de plantas daninhas é imprescindível para obter boas produções, pois compete com a cultura de interesse por água, luz e nutrientes prejudicando assim o seu desenvolvimento.

Dentre as formas de controle de plantas daninhas se destaca o controle químico através dos herbicidas, sendo o glyphosate o mais utilizado como dessecante, desta forma o glyphosate (N-fosfometilglicina) tem sido o herbicida

mais utilizado no Brasil e no mundo para o controle das plantas daninhas (BASTOS & SIMONI 2010).

Como o glyphosate é aplicado em jato dirigido, corre – se o risco da deriva acidental a campo, e sendo assim motivo de estudos realizados com simulação de deriva em algumas espécies, tais como eucalipto, pinus, citrus e café, e que podem revelar diversas reações, tais como o estímulo ao crescimento, na área foliar, na altura e diâmetro e na produção vegetal (LATORRE et al., 2010).

Múltiplos estudos têm demonstrado que o uso de glyphosate, em pequenas doses, pode vir a estimular um incremento na massa seca de plantas, tirosina e caroteno, além de aumento na absorção de fósforo (GODOY 2007).

Ao ser depositado na planta e chegar ao local de ação, o glyphosate inibe a via do ácido chiquimico, prejudicando a síntese de aminoácidos, proteínas e hormônios vegetais, causando a morte da planta (VELINI, 2008). Entretanto, quando utilizada em sub doses, pode ocorrer um estímulo na fotossíntese de plantas, caracterizando o fenômeno da hormese (CEDERGREEN & OLESEN, 2010).

As hipóteses do presente trabalho basearam-se no fato de que a adubação fosfatada pode tornar as plantas de pinhão manso tolerantes a ação da deriva de glyphosate. Bem como se as sub doses de glyphosate pode favorecer ou não o crescimento inicial do pinhão manso.

Desta forma, o objetivo foi avaliar o crescimento inicial de plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas L.*) sob efeito de níveis de adubação fosfatada e simulação de deriva de glyphosate.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) pertence à família Euforbiaceae, a mesma da mamona e mandioca, considerada uma cultura perene, rústica e adaptada às mais diversas condições edafoclimáticas (ALVES et al., 2008).

Acredita-se que o pinhão manso possa ser originário da América do Sul, introduzido por navegadores portugueses, no final do século XVIII, nas ilhas de Cabo Verde e em Guiné, de onde mais tarde foi disseminada pelo continente africano (COELHO, 2006).

Além de ser resistente à seca, pode se desenvolver em vários tipos de solo, inclusive nos arenosos, salinos, alcalinos e rochosos, os quais, sob o ponto de vista nutricional e físico, são restritivos ao pleno desenvolvimento de raízes (BELTRÃO, 2006)

Também considerada uma espécie medicinal e produtora de óleo, antigamente, era usada na fabricação caseira de sabão, e mais recentemente, como cerca viva. Seu maior atributo, entretanto é o alto teor de óleo produzido pelas sementes (27 a 35%), podendo frutificar por mais de 40 anos (NUNES, 2007).

Conforme Tominaga et al. (2007), O pinhão manso apresenta - se como um arbusto grande, com altura variando entre 3 e 5 m, de rápido crescimento, semi decídua, ou seja, perde as folhas em determinada época do ano, e com as seguintes características botânicas:

- Folhas, verde escuras e brilhantes, apresentam recortes nos bordos e formato de palmas.
- Apresenta dois tipos de flores (femininas e masculinas) de cor amarelo-esverdeada. A florada tem um longo período, sendo a polinização feita por abelhas e outros insetos. Cada inflorescência, em forma de cacho, dá origem a 10 ou mais frutos.
- Os frutos são cápsulas ovóides achatadas nas extremidades, com 2,5 a 3,0 cm de comprimento por 1,8 a 2,2 cm de largura,
- As sementes secas têm entre 1,5 a 2,0cm de comprimento por 1,0 a 1,3 cm de largura.

O pinhão manso se adapta à uma ampla faixa climática, temperaturas entre 18 a 28,5°C, altitudes do nível do mar a cerca de 1.000 metros e precipitação média de 480 a 2.380mm (BELTRÃO, 2006), sendo seu cultivo mais indicado em regiões que apresentem entre 500 e 800 m de altitude, sendo tolerante à seca, podendo sobreviver com 200 mm de chuvas anuais e até com três anos de secas consecutivas, paralisando seu crescimento nesses períodos, perdendo as folhas e sobrevivendo da água armazenada nos caules (SATURNINO et al., 2005).

Agências internacionais de desenvolvimento e governos têm pesquisado e divulgado essa cultura em países da África, Ásia, América do Sul e Central, como produtora de óleo para a fabricação de biodiesel, o que despertou o interesse de empresários brasileiros, que desde 2004 vêm plantando pinhão manso no Brasil e produzindo sementes em suas lavouras (SATURNINO et al., 2005). Desta forma se destacando para a produção de óleo e intensificando a matriz energética do país.

2.2 Potencial do pinhão manso para o biodiesel

A maior parte da energia consumida no mundo provém de petróleo, carvão e gás natural, que são fontes limitadas e com previsões para o término de suas reservas (SILVA et al., 2008).

Desta forma, nos últimos anos, o estudo de fontes alternativas aos derivados de petróleo tem sido realizado em vários centros de pesquisa do mundo, pois estes estudos buscam intensificar o uso de fontes renováveis de energia e otimizar o emprego daquelas não renováveis (NETO, 2005).

Durante a Segunda Guerra Mundial, na África e na Ásia, o óleo do pinhão manso foi utilizado como substituto do diesel e devido a esta necessidade, as pesquisas sobre o uso deste óleo em motores a diesel começaram a ser desenvolvidas, porém foram abandonadas com a evolução da situação internacional pós-guerra (ARRUDA et al, 2004).

Há um conjunto de fatores que motivam a adoção de tais medidas de política, destacando-se os benefícios ambientais, econômicos e sociais gerados pela utilização mais racional dos recursos naturais (TRZECIAK et al 2008).

Atualmente, tais combustíveis, (designados por biodiesel e que pela Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, “biocombustível pode ser considerado um derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com

ignição por compressão ou, conforme regulamento para a geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil”) têm sua produção incentivada e respaldada pelo Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) (SILVA et al., 2008).

Segundo Ackon & Ertel (2005), o óleo de pinhão manso reduz as emissões de CO₂, não emite gases de efeito estufa e contém enxofre em valores inexpressivos (não formando dióxido de enxofre que causa a chuva ácida), sendo, portanto, uma alternativa que atende aos fatores ambientais.

Em cultivos comerciais, a produtividade média do pinhão manso pode chegar a 5 t ha⁻¹, e cerca de 32% deste valor pode ser convertido em óleo vegetal (aproximadamente 1600 L ha⁻¹) (TEIXEIRA, 2005).

Comparativamente, no caso da mamona (*Ricinus communis*), a produtividade média pode chegar a 1,5 t. ha⁻¹, podendo, aproximadamente, 48% deste total, ser convertido em óleo, ou seja, cerca de 720 L ha⁻¹; embora o teor de óleo da mamona seja maior (aproximadamente 16%), a produtividade do pinhão manso chega a ser de quatro a cinco vezes superior, em toneladas por hectare do que a mamona, tornando esta cultura competitiva economicamente frente às outras oleaginosas (MIRAGAYA, 2005).

2.3. Adubação fosfatada

Apesar do pinhão manso se desenvolver em solos de baixa fertilidade e alcalinos, essa cultura deve, preferencialmente, ser plantada em solos profundos, bem estruturados e pouco compactados, para que o sistema radicular possa se desenvolver e explorar maior volume de solo, satisfazendo a necessidade da planta em nutrientes (ARRUDA et al., 2004).

De acordo com Sujatha et al. (2008), o pinhão manso pode ser considerada uma cultura rústica, adaptada às mais diversas condições edafoclimáticas, que sobrevive em condições de solos de baixa fertilidade natural.

Contudo, resultados de pesquisa têm revelado que, para se obter alta produtividade de frutos, a planta necessita de água e de solos férteis com boas condições físicas (SILVA, 2010). Logo, a irrigação, a correção da acidez e da

fertilidade do solo são pontos decisivos para se obter sucesso e lucratividade com essa cultura.

O fósforo apresenta característica de um elemento essencial para todos os organismos vivos como um componente estrutural dos ácidos nucléicos e fosfolipídios e tem fundamental importância na fotossíntese (LATORRE et al., 2000).

Depois do nitrogênio o fósforo é o macronutriente que mais limita o crescimento dos vegetais, pois corresponde cerca de 0,2% do peso seco das plantas por ser um componente estrutural de macromoléculas, como ácidos nucléicos e fosfolipídeos, e também do adenosina triptofano (ATP), sendo um elemento chave de várias vias metabólicas e reações bioquímicas, tais como inúmeras etapas das vias C3 e C4 do ciclo Calvin e da glicólise (ALMEIDA, 2002).

Embora a quantidade total de fósforo no solo possa ser relativamente alta, na maioria das vezes este não se encontra em sua forma lábil nos diversos sistemas de produção agrícola, principalmente os tropicais, são necessárias aplicações de fósforo inorgânico no solo para garantir a produtividade (ALMEIDA, 2002).

Segundo Velini et al (2006), observações de campo têm indicado que o nível de sensibilidade dos vários clones de eucalipto cultivados a pequenas quantidades de glyphosate aplicadas sobre as plantas, pode ser diferenciado e que essa característica pode, estar associada à tolerância à baixa disponibilidade de fósforo no solo, uma vez que as proteínas que transportam grupos de fosfatos facilitam a absorção do glyphosate. A adubação fosfatada pode deixar a planta mais tolerante a aplicação de glyphosate.

2.4. Glifosato

A população mundial cresce rapidamente e com isso a necessidade de produção de alimentos torna-se cada vez mais objeto de preocupação da humanidade (BASTOS & SIMONI, 2010).

A aplicação de herbicida glyphosate foi um dos fatores que proporcionou a expansão das áreas cultivadas e aumento na produção de alimentos, pois nos últimos 40 anos seu uso tem aumento de forma considerável, uma vez que mesmo os inúmeros avanços tecnológicos ocorridos neste período não impediram o desenvolvimento de ervas daninhas no campo (JUNIOR et al., 2002).

Entre os métodos de controle das plantas daninhas, a utilização de herbicidas não seletivos aplicados de forma dirigida na linha de plantio pode apresentar-se como excelente alternativa, considerando principalmente o controle dessas espécies em extensas áreas de plantio, a exemplo do que é utilizado em culturas como eucalipto, pínus e de várias frutíferas (GRAVENA et al., 2009).

O manejo integrado de plantas daninhas vem sendo considerado uma das práticas mais importantes no cultivo de plantas perenes, tais como o pinhão manso, pinus e eucalipto, uma vez que, se mal manejadas, as plantas daninhas podem acarretar sérios prejuízos à produtividade, pela competição que exerce sobre o consumo de água e nutrientes (MACHADO et al., 2009).

Neste cenário, o glyphosate [N-(fosfometil) glicina], indiscutivelmente, considerado o mais importante deles, sendo atualmente o herbicida mais usado no mundo, em especial no Brasil, onde a atividade agrícola está bastante presente (BASTOS & SIMONI, 2010).

O glyphosate atua como um potente inibidor da atividade da 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), que influencia entre outros processos bioquímicos, a inibição da síntese de clorofila, estimula a produção de etileno, reduz a síntese de proteínas e eleva a concentração do IAA (ácido indol acético) (GALLI & MONTEZUMA, 2005).

A via do chiquimato é precursora de vários compostos aromáticos, entre os quais, podem-se citar os aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano. (KRUSE *et al.* 2000). Aproximadamente 35% da massa seca de plantas é representada por derivados da via do chiquimato e 20% do carbono fixado pela fotossíntese segue por essa rota metabólica (GAZZIERO & PRETE, 2004),

O glyphosate é o único composto disponível comercialmente no Brasil que atua na enzima EPSPs (5-enolpiruvilchiquimato 3- fosfato sintase). Sua absorção é facilitada por proteínas transportadoras de grupos fosfato, que estão presentes na membrana (MECHEDE et al., 2007).

As plantas tratadas com glyphosate morrem lentamente, em poucos dias ou semanas, e devido ao transporte por todo o sistema, nenhuma parte da planta sobrevive (COUTINHO & MAZO, 2005).

A deriva do produto ainda pode ser considerado um dos grandes problemas da tecnologia de aplicação, a iminente possibilidade da ocorrência de injúrias pelo glyphosate, devido ao contato indesejado do herbicida com a planta, tem estimulado

várias pesquisas envolvendo o conceito de “deriva simulada”, pois não se sabe até onde pode influenciar a cultura de interesse (COSTA et al., 2009).

Devido ao interesse recente pela exploração do pinhão manso como cultura oleaginosa, existem atualmente poucas informações sobre as recomendações técnicas de manejo, principalmente as referentes ao controle de plantas daninhas (MACHADO et al. 2009).

Dessa maneira, e semelhante a outras culturas perenes, a interferência das plantas daninhas no período inicial de desenvolvimento das plantas pode comprometer o crescimento e o desenvolvimento vegetativo, bem como a quantidade e a qualidade do óleo das sementes (TUFFI SANTOS et al., 2006, 2007, 2009).

Apesar de não haver ainda herbicidas registrados para a cultura do pinhão manso no Brasil, o glyphosate vem sendo utilizado em áreas de plantio comercial de pinhão manso (COSTA et al., 2009).

Apesar dos prejuízos que a deriva de herbicidas pode proporcionar à produção agrícola, alguns pesquisadores constataram efeito estimulatório no crescimento de diversas espécies após a aplicação de doses de simulação de deriva de glyphosate (VELINI et al., 2008).

Velini et al. (2006) realizaram estudos e demonstram um efeito de doses de simulação de deriva variando entre 2 e 720 g. ha⁻¹ estimulando o crescimento de espécies perenes, como eucalipto, pinus, café e citrus, sendo que as melhores respostas foram obtidas com as sub doses a partir de 36 g ha⁻¹, sendo detectado aumento de biomassa da parte aérea da ordem de 27,81% para dose de aproximadamente 14,36 g ha⁻¹.

Em um futuro próximo, as doses de simulação de deriva de herbicidas poderão ser intencionalmente aplicadas nas plantas como método para alterar a concentração de compostos secundários (GODOY, 2007).

O glyphosate pode ser uma boa alternativa para esse tipo de uso, devido às repostas obtidas em alguns trabalhos (PERIM et al., 2011, PEREIRA et al., 2010, COSTA et al., 2009).

Espera – se no presente trabalho verificar o efeito das doses de simulação de deriva em conjunto com a adubação fosfatada no crescimento inicial do pinhão

manso e se a adubação fosfatada tende a tornar as plantas de pinhão manso mais tolerantes ao glyphosate.

3.MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área experimental

O experimento foi conduzido no período de Novembro de 2011 a Fevereiro de 2012, em ambiente aberto, localizado na área de cultivo protegido Estação de Horticultura e Controle Biológico Professor Mário César Lopes, pertencente ao Núcleo de Estações Experimentais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, *Campus* de Marechal Cândido Rondon – PR. O Município está localizado na região Oeste do estado.

3.2 Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso (DBC), em esquema fatorial (3 x 5), sendo três doses de fósforo P_2O_5 (0, 40, 80 kg ha⁻¹) e cinco doses de simulação de deriva de glyphosate (0; 1,1; 3,3; 10 e 30 g ha⁻¹), com quatro repetições. Sendo que cada repetição foi constituída de um vaso com uma planta em condições de campo.

3.3 Implantação e condução do experimento

Foi realizada a semeadura direta das sementes em vasos de 20 litros contendo solo classificado como Latossolo vermelho eutroférico, que foi previamente adubado, as sementes utilizadas foram obtidas no Distrito de Itahum, município de Dourados no Estado do Mato Grosso do Sul, sob as coordenadas geográficas latitude 22°05'45" S, longitude 55°18'50" W, e altitude média do local de 485 m e o solo do tipo Latossolo Vermelho distrófico.

A adubação química na semeadura foi realizada com base nos resultados de análise do solo (Tabela 1). Tomando-se como fundamentação teórica as recomendações de adubação para a cultura da mamoneira, por ser uma cultura da mesma família do pinhão manso, também produtora de sementes ricas em óleo, sendo seguidas as recomendações conforme o descrito por Scivittaro & Pillon (2006), Tal procedimento foi adotado por não existir até o momento recomendações de adubação específicas para a cultura do pinhão manso. A recomendação utilizada para o nitrogênio (N) foi de 15 kg ha⁻¹, na forma de uréia (45% N) e potássio (KCl), 30 kg ha⁻¹ na forma de cloreto de potássio (60% K₂O) (SCIVITTARO & PILLON, 2006). A fonte de fósforo utilizada foi o superfosfato simples (18% P₂O₅).

Tabela 1. Atributos químicos do solo utilizado para a implantação do experimento

Profundidade (cm)	MO	P	Cátions trocáveis (cmol _c dm ⁻³)						SB	pH
	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Al ³⁺	H + Al	CTC	(%)	(CaCl ₂)
0 - 20	6,84	1,75	0,15	0,91	4,79	0,05	3,73	9,58	5,85	5,5

O solo utilizado para a implantação do experimento também foi coletado para a análise física do solo (Tabela 2).

Tabela 2. Análise física do solo utilizado para a implantação do experimento.

Areia (g kg ⁻¹)	Silte (g kg ⁻¹)	Argila (g kg ⁻¹)
554	48	408

Granulometria: Método do Densímetro de Bouyoucos

A adubação de cobertura foi realizada aos 45 DAS (dias após a semeadura), utilizando-se 10 g de uréia por vaso, não foi necessário realizar a calagem, conforme a análise de solo .

Semeou-se quatro sementes por vaso sendo estas posteriormente desbastadas e deixando apenas uma planta por vaso, após trinta dias da emergência das plantas, foi realizada a aplicação das doses de simulação de deriva com glyphosate.

As plantas foram dispostas linearmente e a aplicação foi realizada sobre as plantas (Figura 1). Utilizou-se pulverizador costal, pressurizado a CO₂ e equipado com ponta Jacto F110/0-8/3 (110/LD/02), com de pressão de 22 Lb pol⁻² e regulado para proporcionar volume de calda de 200 L ha⁻¹. As condições ambientais encontravam-se adequadas para a aplicação, com temperatura de 23 °C, umidade relativa do ar de 70% e velocidade do vento de 6 Km h⁻¹. A altura média das plantas se encontrava em 30 cm no momento da aplicação.



Figura 1. Aspecto das plantas no momento da aplicação das doses de simulação de deriva com glyphosate, aos 30 dias após a semeadura com plantas apresentando em média 30 cm.

3.4 Variáveis analisadas

Após três dias da aplicação de simulação de deriva mensurou-se a altura de plantas (cm) da superfície do solo até o ápice com auxílio de uma fita métrica e o diâmetro de caule (cm) com auxílio de paquímetro digital de precisão 0,01 mm tendo como base a altura de 5 cm a partir do solo. As mensurações foram realizadas aos 3, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 e 56 dias após a aplicação das doses de simulação de deriva do glyphosate (DAA).

Após o término do período do experimento as plantas foram retiradas dos vasos e separadas em partes (raiz; caule e folhas) para secagem em estufa de circulação forçada para avaliação da matéria seca, também foram retirados discos foliares com área conhecida para dimensionar a área foliar.

A determinação das trocas gasosas foram realizadas após 35 dias da aplicação da simulação de deriva, utilizando - se um medidor portátil de fotossíntese, IRGA LI-6400XT (Licor Inc. Lincoln, NE), As medidas foram feitas sempre na região mediana com as folhas completamente expandidas, totalmente expostas à radiação solar, sem sinais de ataques de pragas ou doenças.

As seguintes características foram medidas: eficiência do uso da água ($\mu\text{mol mmol}^{-1}$), fotossíntese ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática (gs), ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiração (E), ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) concentração interna CO_2 (Ci), ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol ar}^{-1}$). O fluxo de fótons fotossinteticamente ativos durante as mensurações de trocas gasosas foi de $1800 \pm 09 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Todas as plantas foram avaliadas no mesmo dia, entre 9 e 11 horas da manhã, em dia de céu limpo e com iluminação natural, de forma a manter as condições ambientais homogêneas durante a avaliação de cada bloco.

Aos 56 dias após a aplicação, coletou-se a mesma folha utilizada nas avaliações de trocas gasosas para a determinação dos teores de clorofila a, clorofila b, carotenóides e antocianinas conforme metodologia descrita por SIMS e GAMON (2002).

Mensurou-se também o conteúdo de lignina, celulose e teor de fósforo nas das folhas, utilizando-se todas as folhas de cada vaso, secas e moidas. Realizou-se também análise de proteínas totais pelo método de Bradford (1976), e peroxidase que foi determinada a 30 °C, por meio do método espectrofotométrico descrito por Hammerschmidt *et al.*, (1982).

3.5 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos a análise de variância a 5% de probabilidade. Quando se constatou efeito significativo, compararam - se as médias pelo teste t (LSD) a 5% de probabilidade e no caso do diâmetro, altura, peroxidase e proteínas totais, foram aplicados modelos de regressão que melhor se ajustavam aos efeitos obtidos.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Fitotoxidez das plantas pelo glyphosate

No experimento realizado não houve sintomas visíveis de fitotoxidez nas plantas possivelmente devido as baixas dosagens do herbicida, o que corrobora com o verificado por Salgado (2010), que trabalhando com plantas de eucalipto ressaltou que não foi possível identificar qualquer dano visual nas folhas do eucalipto na sub dose de 36 g ha^{-1} de glyphosate, simulando deriva.

Estudando os efeitos de simulação de deriva de glyphosate aplicadas sobre mudas de limão cravo em condições controladas, Gravena et al. (2009) constataram que a aplicação de doses de deriva até 720 g ha^{-1} de glyphosate não apresentaram sintomas visuais de intoxicação, e relata que o metabolismo das plantas foi afetado até os 8 DAA (dias após a aplicação).

Tuffi Santos et al. (2009), em avaliação realizada aos 7 DAA, não verificaram diferenças entre clones quanto à intoxicação pelo glyphosate, testando doses de simulação de deriva de $43,2$ até $345,6 \text{ g ha}^{-1}$ na cultura do eucalipto.

Trabalhando simulação de deriva em clones de eucalipto com glyphosate, Tuffi Santos et al. (2005), observaram que o aparecimento dos sintomas, tais como amarelecimento e necroses relacionavam-se a quantidade de produto em contato com as plantas.

4.2 Altura e diâmetro das plantas

Em relação a altura de plantas (Figura 2) nos diferentes níveis de fósforo, foi verificado um comportamento semelhante entre as doses de simulação de deriva de glyphosate.

Observou-se uma tendência de que com o aumento da adubação, ocorra um incremento na altura, a dose de simulação de deriva de $1,1 \text{ g ha}^{-1}$ de glyphosate foi a que propiciou uma maior altura de plantas, nos níveis de 40 (Figura 2B) e 80 (Figura 2C) kg ha^{-1} de fósforo. Estes resultados corroboram com os resultados de Silva et al. (2009) que obtiveram estímulos nas características de crescimento e no desenvolvimento inicial em cana-de-açúcar, com a dose de simulação de deriva de $1,8 \text{ g ha}^{-1}$ de glyphosate.

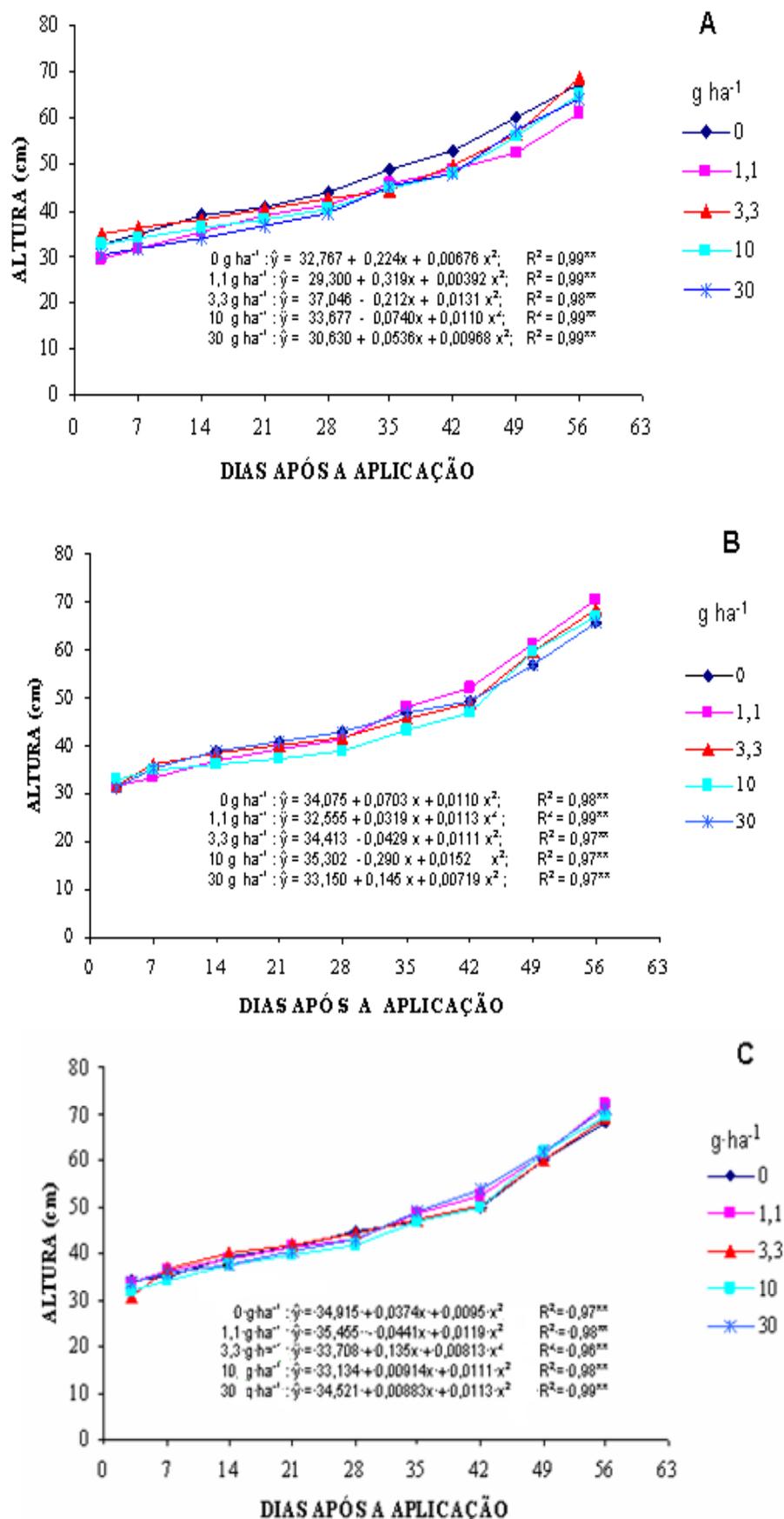


Figura 2. Altura de plantas de Pinhão manso após a aplicação de simulação de deriva com glyphosate, nas diferentes adubações fosfatadas A (0 kg ha⁻¹ P₂O₅), B (40 kg ha⁻¹ P₂O₅) e C (80 kg ha⁻¹ P₂O₅)

** significativo a 1% de probabilidade

Rodrigues-Costa et al (2012), trabalhando com *eucalipto grandis*, verificaram redução no crescimento em altura das plantas em torno de 42,6 e 100,0%, quando se utilizou as doses de 90 e 120 g ha⁻¹, respectivamente.

Tuffi Santos et al (2007), observou que doses acima de 172,8 g ha⁻¹ promoveram reduções na altura de clones de eucalipto. Todavia, a altura de plantas jovens de pêssigo não foi influenciada por aplicações de doses de glyphosate aos 45 DAA (Tuffi Santos et al., 2006).

Yamashita et al. (2006), trabalhando com plantas de espécie florestal, o varjão (*Parkia multijuga*), observaram que doses abaixo de 360 g ha⁻¹ de glyphosate não proporcionaram paralisação significativa do crescimento dessas plantas.

O diâmetro das plantas de pinhão manso (Figura 3) demonstra um comportamento semelhante entre as adubações com fósforo (Figura 3 A, B e C), porém na adubação de 40 (Figura 3B) e 80 (Figura 3C) kg ha⁻¹, há uma tendência de maior diâmetro para a simulação de deriva de 1,1 g ha⁻¹ de glyphosate, tendo comportamento semelhante a testemunha. Constatou-se também que na adubação de 80 kg ha⁻¹ (Figura 3C), a dose de 30 g ha⁻¹ do herbicida reduziu o diâmetro das plantas.

Costa et al (2009) em seu trabalho com simulação de deriva em glyphosate, puderam verificar que as doses de glyphosate avaliadas influenciaram negativamente o diâmetro do caule das plantas de pinhão manso, e os efeitos mais expressivos ocorreram a partir da dose de 45 g ha⁻¹.

Yamashita et al (2006) discordando do resultado encontrado no presente experimento, não obtiveram diferença significativa no diâmetro do caule das plantas submetidas à aplicação de simulação de deriva de glyphosate.

Rodrigues-Costa et al. (2012) observaram redução no crescimento do diâmetro do caule de *Eucalipto grandis* em cerca de 25,0%, quando utilizou-se as doses de 30 a 60 g ha⁻¹ de glyphosate, sendo que para as doses de 90 a 120 g ha⁻¹ a redução média de 37,5% para ambas as doses.

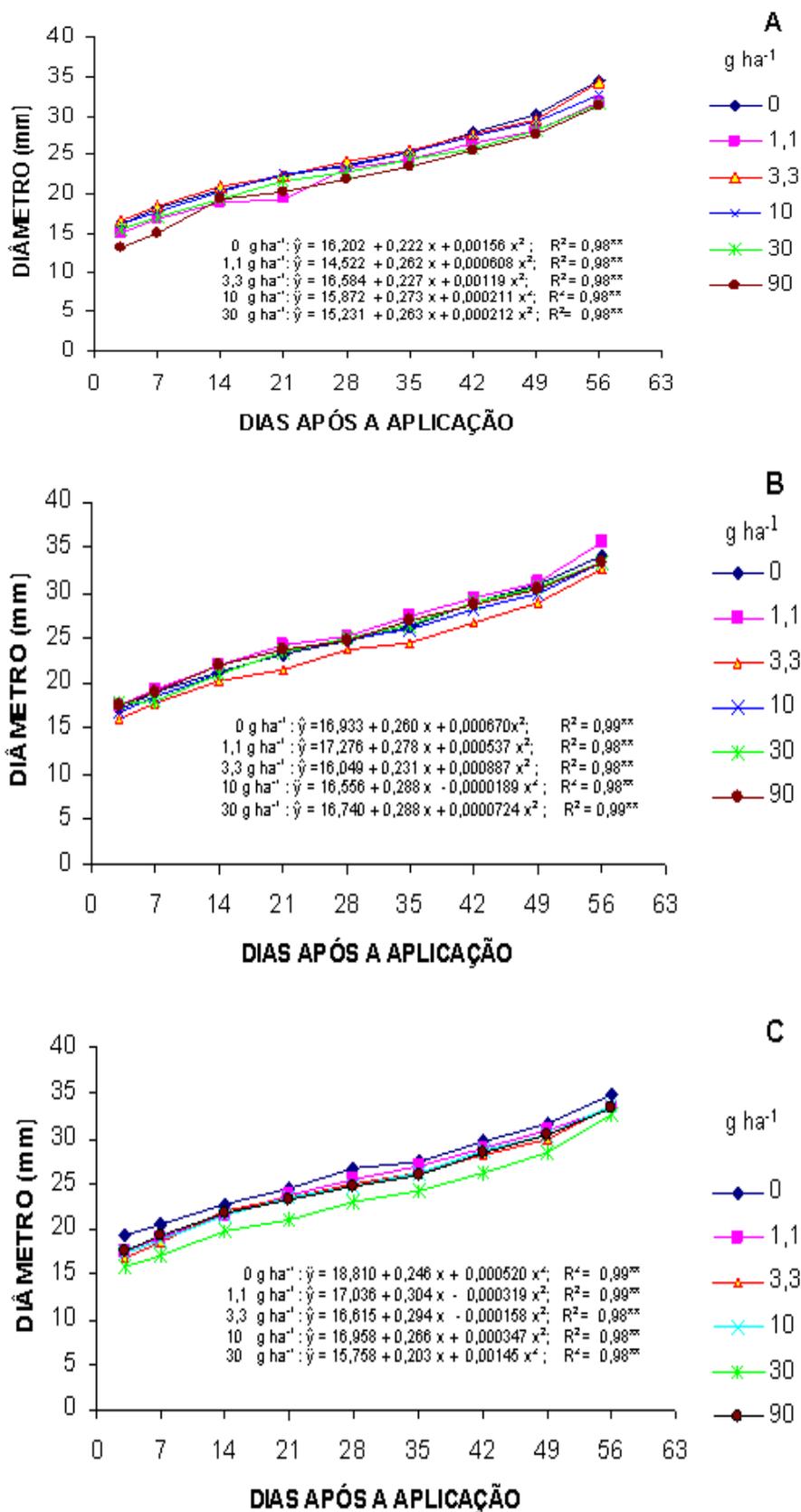


Figura 3. Diâmetro de plantas de Pinhão manso após a aplicação de simulação de deriva com glyphosate, nas diferentes adubações fosfatadas A (0 kg ha⁻¹ P₂O₅), B (40 kg ha⁻¹ P₂O₅) e C (80 kg ha⁻¹ P₂O₅)

** significativo a 1% de probabilidade

4.3 Área foliar e matéria seca

Na Tabela 3, verificou-se interação significativa da adubação fosfatada com as doses de glyphosate, sendo que com o aumento dos níveis de fósforo houve um aumento na área foliar de forma crescente.

Em relação as doses de glyphosate, no tratamento sem adubação, na dose de simulação de deriva de 30 g ha⁻¹, embora tenha sido igual estatisticamente a testemunha, observou-se redução na área foliar e que esta foi 16% menor em relação a testemunha, resultados estes também encontrados por França et al., (2010), que trabalhando com doses de simulação de deriva em café, observaram que doses a partir de 115,2 g ha⁻¹ de glyphosate obtiveram redução no acúmulo de área foliar.

Carbonari et al. (2007) observaram que doses de (1,8 a 36 g ha⁻¹) aumentaram a área foliar (45% em relação a testemunha), e a partir de 72 g ha⁻¹ ocorreram significativas reduções na área foliar das plantas de eucalipto.

Tabela 3. Médias da área foliar (cm²) de plantas de pinhão manso submetidas a diferentes níveis de fósforo e doses de simulação de deriva de glyphosate aos 56 dias após a aplicação no Município de Marechal Cândido Rondon – PR, 2011.

glyphosate (g ha ⁻¹)	Fósforo kg ha ⁻¹ (P ₂ O ₅)		
	0	40	80
0	4609,78 Bab	5918,02 Aa	6659,75 Aa
1,1	4516,85 Aab	5029,28 Ab	5117,42 Ac
3,3	5309,75 Ba	5504,74 ABab	6110,70 Aab
10	4960,38 Ba	5458,51 ABab	5794,40 Abc
30	3860,20 Cb	5852,78 Bab	6386,36 Aa
F Fósforo (F)	33,280**		
F glyphosate (G)	17,849**		
F (F)*(G)	2,804**		
F Bloco	1,216 ^{ns}		
DMS	320,83		
CV	10,73		

Médias seguidas de letras maiúsculas na linha, e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste LSD ($p < 0,05$).

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns – não significativo

Para a área foliar não ficou evidente diferença entre as doses de simulação de deriva, talvez devido ao fato de até o momento não haver melhoramento genético desta cultura e o conhecimento sobre a sua genética ainda é insipiente.

Já para a matéria seca das folhas (Tabela 4) das plantas de pinhão manso verificou-se diferença estatística para a adubação fosfatada, glyphosate e para a interação.

Tabela 4. Médias da matéria seca das folhas (g) de plantas de pinhão manso submetidas a diferentes níveis de fósforo e doses de simulação de deriva de glyphosate aos 56 após a aplicação no Município de Marechal Cândido Rondon – PR, 2011.

glyphosate (g ha ⁻¹)	Fósforo kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅		
	0	40	80
0	37,10 Ba	38,21 Bab	43,42 Aab
1,1	37,47 Aa	38,35 Aab	39,32 Ab
3,3	38,70 Ba	41,15 ABa	44,17 Aa
10	29,88 Bb	37,05 Aab	40,52 Aab
30	26,62 Cb	35,30 Bb	39,67 Ab
F _{Fósforo} (F)	42,184**		
F _{glyphosate} (G)	22,339**		
F (F)*(G)	2,341*		
F _{Bloco}	1,589 ^{ns}		
DMS	1,64		
C.V. (%)	7,75		

Médias seguidas de letras maiúsculas na linha, e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste LSD ($p < 0,05$).

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns – não significativo

Os tratamentos foram influenciados pelos níveis de adubação fosfatada e pelas doses de simulação de deriva sendo que a medida que se aumenta os níveis de fósforo ocorre aumento na massa seca das folhas.

Em relação as doses de glyphosate, sem adubação as doses de 10 e 30 g ha⁻¹ diferiram estatisticamente das demais doses de simulação de deriva.

Já quando se adubou as plantas com as doses de 40 e 80 g ha⁻¹, observou-se que as plantas se tornam tolerantes as doses de simulação de deriva, não havendo diferença estatística em relação a testemunha em que não se aplicou simulação de deriva, sendo que a dose de 3,3 g ha⁻¹ obteve a maior média de matéria seca de folhas, nas duas adubações, o que corrobora com os resultados de Velini *et al.*

(2008), que verificaram o efeito hormesis em eucalipto e pinus, à partir de 1,8 até 36 g ha⁻¹.

No experimento também pode-se constatar um decréscimo da matéria seca das folhas, na dose de 30 g ha⁻¹ de glyphosate, respectivamente para os níveis 0, 40 e 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅, demonstrando que a partir desta dose as plantas, tanto sem adubação quanto as que foram adubadas ficaram sensíveis a aplicação das doses de simulação de deriva com glyphosate, reduzindo a matéria seca.

Comportamento semelhante foi observado para o pinhão manso (Costa et al., 2009), e para o eucalipto quando submetidos a doses reduzidas do glyphosate (MACHADO et al., 2009).

Verificou-se diferença significativa para os níveis de adubação e para as doses de simulação de deriva de glyphosate para a matéria seca do caule (Tabela 5). Os resultados apresentaram aumento da matéria seca com o aumento dos níveis da adubação fosfatada.

Tabela 5. Médias da matéria seca do caule (g) de plantas de pinhão manso submetidas a diferentes níveis de fósforo e doses de simulação de deriva de glyphosate aos 56 dias após a aplicação no Município de Marechal Cândido Rondon – PR, 2011.

glyphosate (g ha ⁻¹)	Fósforo kg ha ⁻¹ (P ₂ O ₅)			MÉDIAS
	0	40	80	
0	29,00	30,00	30,25	29,75 d
1,1	28,75	30,50	34,25	31,16 cd
3,3	35,50	35,75	37,00	36,08 a
10	30,75	34,25	36,75	33,91 ab
30	27,50	34,00	37,75	33,08 bc
MÉDIAS	29,99 C	32,70 B	35,00 A	
F _{Fósforo} (F)	19,841**			
F _{glyphosate} (G)	7,360**			
F (F)*(G)	1,583 ^{ns}			
F _{Bloco}	2,586*			
DMS	1,83			
C.V. (%)	9,77			

Médias seguidas de letras maiúsculas na linha, e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste LSD (p < 0,05).

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns – não significativo

Em relação as doses de simulação de deriva, houve um aumento na matéria seca nas doses de 3,3 e 10 g ha⁻¹ de glyphosate em relação a testemunha. Godoy (2007) testando baixas dosagens de glyphosate em soja convencional, encontrou estímulos ao crescimento das plantas para doses entre 3,6 a 36 g ha⁻¹.

Do mesmo modo, Duke et al. (2006) observaram estímulo no crescimento de eucalipto submetido a doses menores que 36 g ha⁻¹ de glyphosate.

Embora a dose de 3,3 g ha⁻¹ não tenha tido diferença estatística da dose de 10 g ha⁻¹, proporcionou a maior matéria seca dentre os tratamentos chegando a 36 g por planta sendo 21 % maior que a testemunha, a dose de simulação de deriva de 30 g ha⁻¹ de glyphosate diminuiu a matéria seca do caule nas adubações de 0 e 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅, de acordo com o que foi encontrado por Salgado (2010), que trabalhou com o efeito de crescimento em plantas de eucalipto quando aplicada a simulação de deriva, verificou que para a matéria seca do caule, a inibição foi verificada em doses, a partir de 30 g ha⁻¹.

Segundo Velini et al. (2008) o glyphosate proporcionou estímulo entre 50 e 100% no crescimento de folha, caule e raiz, nas espécies *Comelina. benghalensis*, e *Eucaliptos. grandis*. Da mesma forma, Cedergreen (2008) afirma que o glyphosate pode estimular o acúmulo de matéria seca em plantas de *Hordeum vulgare* em torno de 25%, quando são aplicadas doses de simulação de deriva que correspondam de 5 a 10% da dose recomendada.

A matéria seca de raízes (Tabela 6) somente foi encontrada diferença estatística entre os níveis de fósforo. A medida que se aumenta as doses de fósforo ocorre o aumento da matéria seca de raízes (Figura 4.) As plantas adubadas com a dose de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅, apresentaram a maior média, sendo esta 18% maior em relação a testemunha sem adubação.

Em relação as doses de simulação de deriva de glyphosate, não houve diferença estatística entre os tratamentos, demonstrando que a matéria seca de raízes não foi afetada pela simulação de deriva.

Tabela 6. Médias da matéria seca das raízes (g) de plantas de pinhão manso submetidas a diferentes doses de fósforo e doses de simulação de deriva de glyphosate aos 56 dias após a aplicação no Município de Marechal Cândido Rondon – PR, 2011.

glyphosate (g ha ⁻¹)	Fósforo kg ha ⁻¹ (P ₂ O ₅)		
	0	40	80
0	26,40	28,60	32,40
1,1	25,80	29,20	30,60
3,3	27,20	29,40	29,80
10	28,00	25,20	29,00
30	27,00	29,20	29,80
MÉDIAS	25,60 B	28,50 B	30,36 A
F _{Fósforo} (F)	7,302**		
F _{glyphosate} (G)	0,705 ^{ns}		
F (F)*(G)	1,158 ^{ns}		
F _{Bloco}	0,334 ^{ns}		
DMS	2,50		
C.V. (%)	17,29		

Médias seguidas de letras maiúsculas na linha, e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste LSD ($p < 0,05$).

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns – não significativo

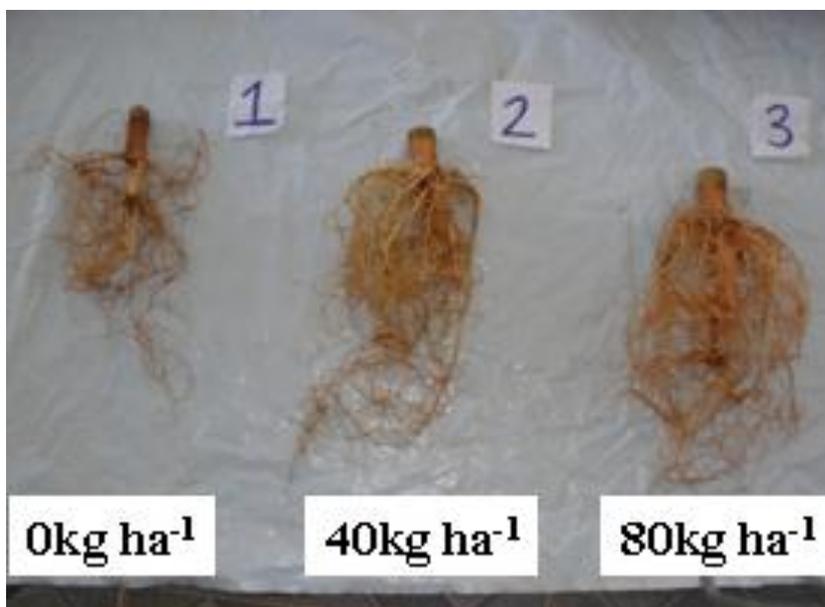


Figura 4. Aspecto das raízes de pinhão manso aos 86 dias após a emergência nas plantas sem aplicação de simulação de deriva glyphosate.

Perim et al (2011), também observaram que independentemente das dosagens de glyphosate utilizadas nos experimentos com doses de simulação de deriva em soja RR, não apresentou resposta quanto a massa seca radicular.

Resultado este diferente do verificado por Machado et al (2010) onde as doses de simulação de deriva acima de 180 g ha⁻¹ causaram redução no acúmulo de massa seca de raiz em plantas de pinhão manso.

Os resultados encontrados no presente experimento também discordam do encontrado por Bott et al. (2008), os quais observaram que a aplicação do glyphosate na soja RR reduziu significativamente a biomassa e a alongação da raiz.

Efeitos negativos no acúmulo de biomassa radicular ocorrem provavelmente devido aos efeitos aditivos da diminuição da taxa fotossintética e da redução na concentração dos nutrientes na parte aérea (ZOBIOLE et al., 2010)

A matéria seca total das plantas de pinhão manso obtiveram diferença estatística para as variáveis fósforo e para as doses de simulação de deriva de glyphosate (Tabela 7), ocorreu um aumento da matéria seca com o aumento das doses de fósforo.

Tabela 7. Médias da matéria seca total (g) de plantas de pinhão manso submetidas a diferentes doses de fósforo e simulação de deriva de glyphosate aos 56 dias após a aplicação no Município de Marechal Cândido Rondon – PR, 2011.

glyphosate (g ha ⁻¹)	Fósforo kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅			MÉDIAS
	0	40	80	
0	98,20	102,60	106,00	102,26 ab
1,1	99,20	102,60	107,40	103,6 ab
3,3	104,05	104,80	110,60	106,46 a
10	89,80	98,00	104,20	97,33 b
30	82,00	89,60	99,80	90,46 c
MÉDIAS	94,64 C	99,52 B	105,60 A	
F _{Fósforo} (F)	10,758**			
F _{glyphosate} (G)	8,260 **			
F (F)*(G)	0,472 ^{ns}			
F _{Bloco}	1,367 ^{ns}			
DMS	4,74			
C.V. (%)	8,38			

Médias seguidas de letras maiúsculas na linha, e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste LSD (p < 0,05).

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns – não significativo

Embora a dose de simulação de deriva de 3,3 g ha⁻¹ não tenha sido estatisticamente diferente a de 1,1 g ha⁻¹, a dose de 3,3 g ha⁻¹ obteve a maior média de matéria seca em relação a testemunha, tais resultados também observados por Meschede et al. (2007), os quais verificaram que, em geral, doses de simulação de deriva a partir de 2 g ha⁻¹ de glyphosate são capazes de causar efeitos no crescimento e desenvolvimento da parte aérea e radicular de plantas de *C. bengalensis*.

Silva et al. (2009) obtiveram estímulos nas características de crescimento e no desenvolvimento inicial em cana-de-açúcar, com a dose de simulação de deriva de 1,8 g ha⁻¹.

Da mesma forma, Cedergreen (2008) afirma que o glyphosate pode estimular o acúmulo de biomassa em plantas de *Hordeum vulgare* em torno de 25%, quando aplicadas dosagens que correspondem de 5 a 10% da recomendada.

As doses de simulação de deriva de 30 g ha⁻¹ de glyphosate apresentou a menor matéria seca total, sendo 11,5% menor em relação a testemunha, e demonstrando que doses de simulação de deriva maiores que 30 g ha⁻¹ do herbicida são capazes de reduzir a biomassa de plantas de pinhão manso.

Resultados semelhantes também foram encontrados por Machado et al., (2010), que observaram redução no acúmulo de massa seca em plantas de eucalipto nas doses acima de 43,2 g ha⁻¹ de glyphosate.

Verificou-se que as folhas das plantas de pinhão manso foram mais sensíveis à simulação da deriva de glyphosate em relação ao caule e às raízes, Isso pode ser justificado pelo fato de as folhas terem recebido os maiores depósitos de calda no momento da simulação da deriva em relação às demais partes da planta, o que pode ter favorecido a maior absorção do glyphosate conforme verificado por Costa et al (2009).

4.4 Conteúdo (%) de lignina e celulose

A análise do conteúdo de lignina (%) (Tabela 8), realizada aos 56 dias após aplicação de glyphosate, revela que o variável fósforo e glyphosate foram observadas diferenças estatísticas, sendo que para a adubação fosfatada, a medida que se aumenta as doses de fósforo, há um aumento no conteúdo de lignina. A dose

de 80 kg ha⁻¹ obteve a maior média 18,64, sendo 13% maior que a testemunha sem adubação fosfatada.

Tabela 8. Conteúdo de lignina (%) nas folhas de plantas de pinhão manso 56 dias após a simulação de deriva com glyphosate.

glyphosate (g ha ⁻¹)	Fósforo kg ha ⁻¹ (P ₂ O ₅)			MÉDIAS
	0	40	80	
0	16,90	18,12	18,93	17,98 ab
1,1	16,70	16,86	18,06	17,21 bc
3,3	17,59	18,77	19,62	18,66 a
10	15,52	16,04	17,01	16,19 cd
30	14,46	15,22	16,11	15,26 d
MÉDIAS	16,48 B	17,39 B	18,64 A	
F _{Fósforo} (F)	8,002 **			
F _{glyphosate} (G)	18,739**			
F (F)*(G)	0,527 ^{ns}			
F _{Bloco}	0,342 ^{ns}			
DMS	1,08			
C.V. (%)	10,97			

Médias seguidas de letras maiúsculas na linha, e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste LSD (p < 0,05).

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns – não significativo

Para a variável glyphosate, verifica-se que com o aumento das doses de simulação de deriva, houve redução no conteúdo de lignina, conforme o relatado por Velini et al., (2010) que trabalharam com plantas jovens de eucalipto, e que também verificaram redução no conteúdo de lignina das plantas.

A dose de simulação de deriva que teve a maior média foi a de 3,3 g ha⁻¹, embora não tenha apresentado diferença estatística da testemunha, e as doses de 10 e 30 g ha⁻¹ do herbicida, apresentaram as menores médias, diferindo estatisticamente da testemunha, com reduções de 9,95 e 15,2 % respectivamente.

Esses resultados revelam que a aplicação de glyphosate altera os níveis de lignina no crescimento da planta, conforme o encontrado por Meschede et al. (2012) que na dose de simulação de deriva de 72 g ha⁻¹ de glyphosate encontrou as menores reduções nos teores de lignina em plantas de cana – de – açúcar.

Meschede et al. (2007) em seu trabalho com *Commelina bengalensis*, observaram que a aplicação de glyphosate diminuiu significativamente o conteúdo de lignina a partir dos 30 dias após a simulação de deriva do produto.

A lignina corresponde a um composto essencial para as plantas e confere rigidez ao caule e ao tecido vascular, permitindo o crescimento em altura e a absorção de água e minerais pelo xilema sob pressão negativa, sem rompimento dos tecidos (CABANÉ et al., 2004).

O glyphosate afeta diretamente a síntese de compostos secundários, esse herbicida não seletivo bloqueia a rota do ácido chiquímico pela inibição da enzima 5-enolpiruvilchiquimato 3-fosfato sintase (EPSPs). A inibição da EPSPs reduz a disponibilidade de aminoácidos aromáticos (triptofano, fenilalanina e tirosina) e ocasiona formação de ácido cinâmico e seus derivados, inibindo, a produção de compostos fenólicos mais complexos, como a lignina (WEAVER & HERRMANN, 1997).

Rizzardi et al (2003), relatam que o glyphosate pode facilitar o ataque de pragas e doenças, pois as doses de simulação de deriva do herbicida podem causar redução do acúmulo tanto de fitoalexinas quanto de lignina.

Na Tabela 9 são apresentados o conteúdo de celulose (%) onde foi possível constatar que não houve efeito significativo para as adubações fosfatadas.

Tabela 9. Conteúdo de celulose (%) em folhas de plantas de pinhão manso 56 dias após a simulação de deriva com glyphosate.

glyphosate (g ha ⁻¹)	Fósforo kg ha ⁻¹ (P ₂ O ₅)			MÉDIAS
	0	40	80	
0	34,99	33,16	34,07	34,07 a
1,1	27,73	29,40	29,92	29,02 b
3,3	27,81	29,03	31,05	28,96 b
10	27,08	27,08	27,26	27,13 bc
30	24,91	24,70	24,94	24,85 c
F _{Fósforo} (F)	0,526 ^{ns}			
F _{glyphosate} (G)	11,534 ^{**}			
F (F) *(G)	0,422 ^{ns}			
F _{Bloco}	0,851			
DMS	2,19			
C.V. (%)	13,47			

Médias seguidas de letras maiúsculas na linha, e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste LSD (p < 0,05).

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns – não significativo

As doses de simulação de deriva de glyphosate obtiveram diferença estatística sendo que a testemunha diferiu das demais doses de simulação de deriva, obtendo a maior média, 34,07%.

As doses de 10 e 30 g ha⁻¹ de glyphosate foram as que apresentaram as menores médias em relação as demais, a dose de 30 g ha⁻¹ obteve uma redução de 28% no conteúdo de celulose em relação a testemunha. Meschede et al. (2011), observou que todas as doses de simulação de deriva aplicadas de 36 a 720 g ha⁻¹ promoveram incremento nos teores de celulose, aos 60 dias após aplicação do produto em plantas de brachiaria.

Meschede et al.(2012) observaram que durante o período de avaliação do crescimento da cana - de - açúcar não obteve resposta na aplicação de glyphosate nos teores de celulose na planta aos 60 dias após aplicação do produto.

4.5 Teor de fósforo das folhas

Para os dados referentes aos teores de fósforo foram encontradas diferenças estatísticas para a adubação fosfatada e para as doses de glyphosate (Tabela 10).

Tabela 10. Análise foliar de fósforo (g kg) de plantas de pinhão manso aos 56 dias após a simulação de deriva com glyphosate.

glyphosate (g ha ⁻¹)	Fósforo kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅			MÉDIAS
	0	40	80	
0	0,18	0,50	1,50	0,72 b
1,1	0,50	1,25	2,00	1,25 ab
3,3	0,50	1,00	1,25	0,91 b
10	0,75	1,50	2,25	1,50 a
30	0,75	1,00	1,00	0,91 b
MÉDIAS	0,53 C	1,05 B	1,60 A	
F _{Fósforo} (F)	13,075 **			
F _{glyphosate} (G)	2,645 *			
F (F)*(G)	0,808 ^{ns}			
F _{Bloco}	0,532 ^{ns}			
DMS	0,416			
C.V. (%)	61,97			

Médias seguidas de letras maiúsculas na linha, e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste LSD (p< 0,05).

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns – não significativo

A medida que se aumenta as doses de fósforo verificou-se um aumento no acúmulo de fósforo na folha. Entre as doses de fósforo, a que obteve a maior média foi a de 80 kg ha⁻¹ sendo estatisticamente superior as demais doses de 40 e 0 kg ha⁻¹ de fósforo.

Em relação as doses de simulação de deriva de glyphosate, a dose que obteve a maior média foi a de 10 g ha⁻¹ de glyphosate, que embora não tenha sido diferente estatisticamente da dose de 1,1 g ha⁻¹, foi 108% maior em relação a testemunha. este resultado corrobora com os resultados encontrados por Godoy (2007), que trabalhando com soja, verificaram que a maior resposta do fósforo a aplicação de glyphosate foi dada pela folha, chegando ao dobro do valor da testemunha onde não foi aplicado glyphosate.

Cakmak et al. (2009), observaram que, em soja convencional que as dosagens de glyphosate 0, 864, 2,88 e 8,64 g ha⁻¹ promoveram incrementos nos teores de fósforo em folhas jovens.

Carbonari et al. (2007), concluíram que há efeito positivo no crescimento, aumento da biomassa, desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular das plantas estudadas, bem como incrementos na absorção e acúmulo de fósforo nas folhas, quando aplicadas doses de simulação de deriva de glyphosate.

Latorre et al. (2010), concluíram que as doses de simulação de deriva de 108 e 324 g ha⁻¹ de glyphosate potencializam o acúmulo de fósforo nas partes aéreas das plantas de milho.

A utilização de doses de simulação de deriva de glyphosate como um estimulante da expressão de transportadores de fósforo, tornaria viável a exploração de solos deficientes nesse mineral, além de promover uma utilização racional de adubos, visando a conservação do ambiente (GODOY, 2007).

Provavelmente o pinhão manso possui transportadores eficientes na absorção de fósforo, pois quando a planta foi adubada com 80 kg g ha⁻¹ de fósforo, o teor de fósforo foi triplicado em relação a testemunha sem adubação.

4.6 Teores de clorofilas a e b, antocianinas e carotenóides

Os resultados dos teores de clorofilas a e b, antocianina e carotenóides (Tabela 11), não apresentaram diferenças estatísticas, o que permite inferir que a

fitointoxicação provocada pela aplicação da simulação de deriva de glyphosate não interferiu na síntese e manutenção dos teores dos pigmentos fotossintéticos nas folhas de pinhão manso, devido talvez as baixas dosagens utilizadas no experimento não foi possível distinguir um possível efeito do herbicida.

No experimento realizado não houve clorose nas folhas, devido ao fato de não ter sido possível visualizar intoxicação pelo herbicida.

Segundo Yamada & Castro (2007), a clorose corresponde a um sintoma mais comum e precoce de injúria do glifosate às plantas, possivelmente devido à redução das clorofilas, sendo similar à deficiência de ferro.

Resultados diferentes destes foram encontrados por Meschede et al. (2007), que estudaram o efeito de doses de simulação de deriva em cana-de-açúcar, e observaram que o glyphosate reduzia os teores de clorofila a e clorofila b medidas aos 15 dias após a aplicação (DAA).

Possivelmente em experimentos futuros em que se utilizar dosagens maiores de simulação de deriva de glyphosate, seja possível encontrar resultados significativos para estas variáveis.

Os carotenóides podem ter a função de absorver o excesso de luz azul e proteger a clorofila da fotooxidação (HOOPKINS, 1995), enquanto a função das antocianinas é a proteção das plantas, suas flores e seus frutos contra a luz ultravioleta (UV) e evitam a produção de radicais livres (VOLP et al., 2008).

Ainda são exigidos mais estudos em relação aos teores de clorofila a e b, carotenóides e antocianinas relacionados a aplicação de doses de simulação de deriva com glyphosate, pois os trabalhos desta natureza ainda são escassos.

Tabela 11. Teor de clorofila a, clorofila b, carotenóides e antocianinas após 56 dias da aplicação de simulação de deriva de glyphosate.

glyphosate (g ha ⁻¹)	Fósforo (P ₂ O ₅) (kg ha ⁻¹)																
	0			40			80			0			40			80	
	Clorofila a g g ⁻¹			Clorofila b g g ⁻¹			Antocianina g g ⁻¹			Carotenóides g g ⁻¹							
0	0,116	0,132	0,112	0,082	0,082	0,086	0,306	0,302	0,292	0,046	0,042	0,046					
1,1	0,256	0,160	0,132	0,080	0,076	0,052	0,256	0,348	0,286	0,034	0,044	0,050					
3,3	0,138	0,140	0,134	0,074	0,076	0,068	0,354	0,318	0,266	0,056	0,048	0,042					
10	0,140	0,100	0,104	0,074	0,070	0,068	0,340	0,264	0,268	0,050	0,040	0,042					
30	0,138	0,066	0,092	0,044	0,076	0,070	0,280	0,240	0,252	0,044	0,036	0,038					
F_{Fósforo} (F)	1,858 ^{ns}			0,639 ^{ns}			1,175 ^{ns}			0,615 ^{ns}							
F_{glyphosate} (G)	2100 ^{ns}			0,671 ^{ns}			0,986 ^{ns}			1,180 ^{ns}							
F (F)*(G)	0,577 ^{ns}			1,022 ^{ns}			0,939 ^{ns}			1,270 ^{ns}							
F_{Bloco}	1,804 ^{ns}			4,764 ^{**}			4,147 ^{**}			2,604 [*]							
DMS	0,05			0,02			0,04			0,006							
C.V. (%)	65,83			53,28			27,79			27,46							

Médias seguidas de letras maiúsculas na linha, e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste LSD (p< 0,05).

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns – não significativo

4.7 Atividade da enzima peroxidase e proteínas totais

Na Tabela 12, onde está demonstrado o resumo da análise de variância, verifica-se que para a enzima peroxidase houve diferença estatística para as doses de fósforo, glyphosate e para a sua interação.

Tabela 12 Resumo da ANAVA para as variáveis peroxidase e proteína.

ANAVA	Peroxidase	Proteína
F _{Fósforo (F)}	14,626**	0,164 ^{ns}
F _{glyphosate (G)}	5,556**	2,791**
F (F)*(G)	8,153**	1,277 ^{ns}
F _{Bloco}	1,809 ^{ns}	2,477 ^{ns}
DMS	0,21	0,0018
C.V. (%)	46,12	21,83

Médias seguidas de letras maiúsculas na linha, e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste LSD ($p < 0,05$).

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns – não significativo

Na Figura 5, onde está demonstrada a atividade da enzima peroxidase, observa-se que no tratamento sem adubação fosfatada e na adubação de 40 kg ha⁻¹ obtiveram as maiores médias, provavelmente devido ao estresse ocorrido na planta pela aplicação de glyphosate, que fez com que aumentasse a atividade da enzima peroxidase, enquanto que na adubação de 80 kg ha⁻¹ de fósforo, conforme aumenta a dose de glyphosate a atividade da enzima é reduzida, na adubação de 80 a planta tende a ficar mais tolerante ao estresse sofrido pelo glyphosate.

A verificação desta diferença entre as adubações pode estar relacionada ao fato da enzima peroxidase ser considerada uma espécie de termômetro das condições adversas, ou seja, do estresse a qual a planta está sendo submetida (MENEZES, 2004).

A enzima peroxidase aumenta em resposta a vários estresses abióticos e bióticos, participam no catabolismo das auxinas e em processos de síntese da parede celular como a oxidação dos fenóis, suberização e lignificação em plantas hospedeiras durante a reação de defesa contra patógenos (SYROS et al., 2004).

O aumento acentuado da atividade da peroxidase, segundo Buxton et al., (1993), pode ser reflexo do dano celular causado na planta por determinadas condições, como por exemplo a aplicação do glyphosate.

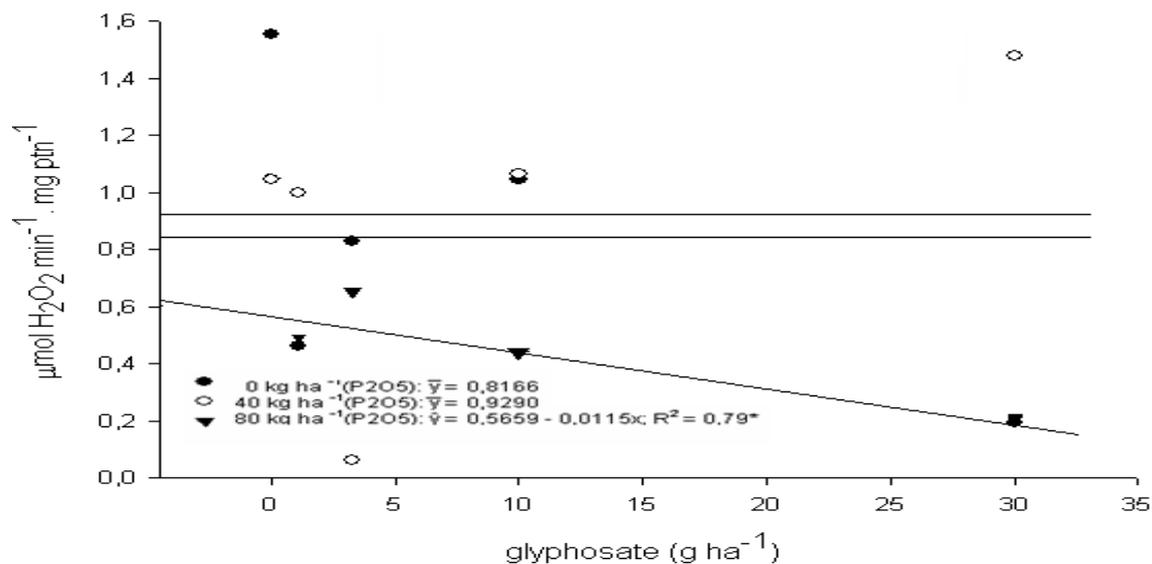


Figura 5. Atividade da enzima peroxidase, nas folhas de pinhão manso aos 56 dias após a aplicação de simulação de deriva com glyphosate.

O teor de proteínas totais (Figura 6), onde ocorreu diferença estatística entre as doses de glyphosate (Tabela 12), demonstra que a medida que se aumenta as doses de simulação de deriva, diminui o teor de proteínas nas folhas.

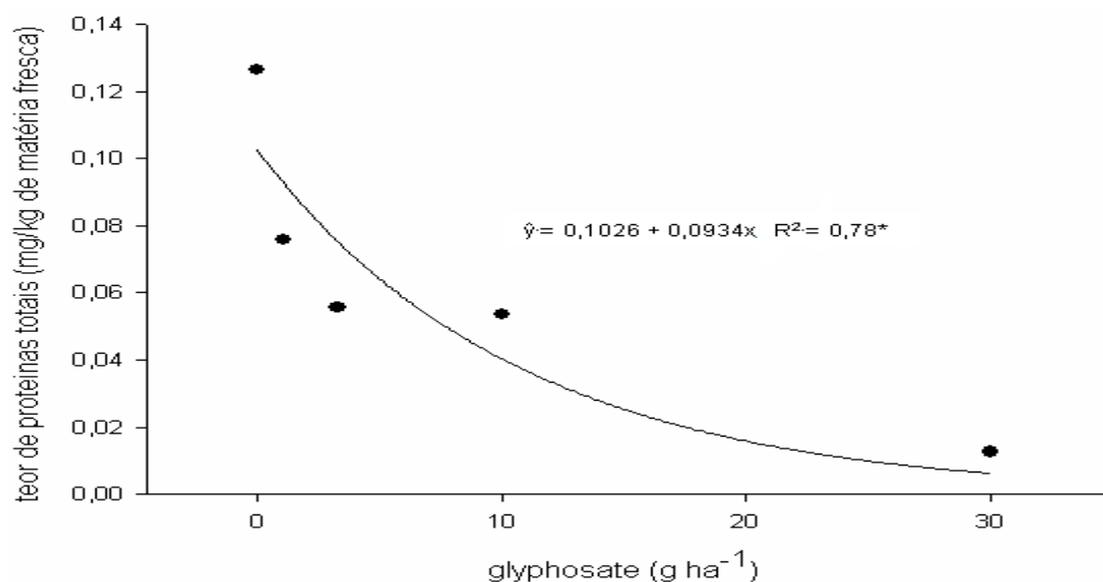


Figura 6. Teor de proteínas totais nas folhas de pinhão manso aos 56 dias após a aplicação de simulação de deriva com glyphosate.

O glyphosate inibe a enzima 5-enolpiruvil shiquimato-3-fosfato ácido sintetase (EPSP) e impede que a planta forme aminoácidos essenciais para a síntese de proteínas e de alguns metabólitos secundários (KRUSE et al., 2000).

A ausência ou deficiência de aminoácidos associados a ação do glyphosate influencia a síntese das proteínas e causa a inibição do crescimento e até a morte das células (WANG, 2001).

Em soja foi observada inibição na síntese de proteínas, devido a aplicação de simulação de deriva de glyphosate (CARLOS, 2006). Também em soja, foi observado nas células a inibição na síntese de proteínas devido a aplicação de glyphosate (COLLEY & FOY, 1992).

4.8 Trocas gasosas

A fotossíntese foi influenciada pela adubação e pela interação dos fatores. (Tabela 13). A medida que se aumentou a adubação fosfatada, também houve aumento na taxa fotossintética.

Em relação as doses de simulação de deriva observou – se que quando as plantas não foram adubadas, as dose de simulação de deriva de 3,3 e 10 g ha⁻¹ ocorreu aumento na fotossíntese, corroborando com os resultados de Cedergreen & Olesen (2010) que verificaram estímulo na fotossíntese de plantas de cevada quando expostas à doses de simulação de deriva de glyphosate, sendo que esse efeito persistiu até a colheita. Nas demais adubações todas as doses de simulação de deriva foram semelhantes a testemunha, não diferindo entre si.

Machado et al. (2010) observaram estímulo na taxa de fotossíntese na dose de 43,2 g ha⁻¹ de glyphosate em plantas de eucalipto.

Gravena et al. (2009), no entanto, não observaram efeito estimulante, tampouco redução, do processo fotossintético de plantas de citros submetidas à aplicação de até 720 g ha⁻¹ de glyphosate. Zobiolo et al. (2010) também verificaram efeito negativo da aplicação de glyphosate sobre o processo fotossintético em plantas de soja, as quais obtiveram uma redução de 12% na taxa fotossintética.

Para a variável transpiração, onde ocorreu interação significativa entre os fatores, na dose sem adubação fosfatada, a dose de 10 g ha⁻¹ apresenta – se diferente estatisticamente da testemunha, sendo 35% maior a transpiração foliar.

Já para a dose de 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅, a dose de simulação de deriva que se destacou foi a de 3,3 g ha⁻¹ de glyphosate, sendo esta 16% maior em relação a testemunha, para a dose de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅, todos os tratamentos foram estatisticamente iguais a testemunha.

A dose de simulação de deriva de 3,3 e 30 g ha⁻¹ de glyphosate apresentaram diferença estatística, a dose de 3,3 g ha⁻¹ de glyphosate foi 27% menor em relação a dose de 30 g ha⁻¹ de glyphosate.

Pereira et al., (2010) trabalharam com plantas jovens de eucalipto, verificaram que a transpiração foliar nas plantas aumentou em até 18% quando submetida à dose de 30g de glyphosate e observase uma redução de até 22% quando se utilizou a maior dose (120g·ha⁻¹), em comparação à testemunha.

Carvalho & Alves (2012) observou que, plantas expostas ao glyphosate aos 10 DAA apresentaram maior taxa de transpiração na dose de 277 g ha⁻¹,

Resultados estes também encontrados por Pereira *et al.* (2008), que avaliaram a taxa transpiratória, resistência estomática e temperatura de folhas de plantas de eucalipto sob influência da deriva do glyphosate.

A transpiração representa a perda de vapor d'água pelas plantas, sendo que, plantas que possuem altas taxas de absorção de CO₂ apresentam grande perda por transpiração, e, provavelmente, grande consumo de água implica incremento positivo da produtividade (KLAR, 1984).

A eficiência fisiológica do uso da água é caracterizada como a quantidade de água evapotranspirada por uma cultura para a produção de certa quantidade de matéria seca (MACHADO *et al.*, 2010).

Nas avaliações realizadas, a eficiência do uso da água não foram encontradas diferenças estatísticas entre as variáveis analisadas.

Tabela13. trocas gasosas de plantas de pinhão manso aos 35 dias após a aplicação de glyphosate.

glyphosate (g ha ⁻¹)	Fotossíntese líquida μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹			Transpiração mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹			Eficiência fisiológica do uso da água mol CO ₂ mol H ₂ O ⁻¹			Concentração interna CO ₂ (Ci) μmol CO ₂ mol ar ⁻¹			Condutância estomática (gs) - mol m ⁻² s ⁻¹		
	0	40	80	0	40	80	0	40	80	0	40	80	0	40	80
	Fósforo kg ha ⁻¹ (P ₂ O ₅)														
0	16,93 Bc	19,42 Aba	21,18 Aab	4,28 Ab	4,53 Ab	4,90 Aab	3,95	4,31	4,35	216,65	231,97	219,7	0,20 Ab	0,23 Aab	0,24 Aab
1,1	18,15 Bbc	20,97 Aba	23,06 Aa	4,69 Aab	4,83 Aab	4,48 Aab	3,89	5,04	4,81	225,43	213,42	202,44	0,24 Aab	0,25 Aab	0,22 Aab
3,3	20,61 Aab	19,95 Aa	18,15 Ab	4,77 ABab	5,30 Aa	4,04 Bb	4,38	3,81	4,63	212,73	231,63	208,48	0,25 Aba	0,28 Aa	0,22 Bab
10	22,58 Ba	18,25 Aa	22,74 Aa	5,18 Aa	4,32 Ab	4,85 Aab	4,36	4,29	4,61	215,8	209,22	202,7	0,28 Aa	0,20 Ba	0,26 ABa
30	18,66 Abc	18,29 Aa	21,05 Aab	4,85 Aab	4,50 Aab	5,16 Aa	4,27	4,09	4,09	224,46	221,98	215,54	0,22 Aab	0,23 Aab	0,26 Aa
médias										219,01 A	218,04 AB	209,78 B			
F _{Fósforo} (F)		3,827*		0,001 ^{ns}			1,574 ^{ns}				3,013*				0,08 ^{ns}
F _{glyphosate} (G)		1,618 ^{ns}		0,183 ^{ns}			1,243 ^{ns}				1,312 ^{ns}				0,415 ^{ns}
F (F)*(G)		2,537*		2,179 ^{ns}			1,151 ^{ns}				1,330 ^{ns}				2,432*
F _{Bloco}		2,289 ^{ns}		11,864 ^{ns}			1,605 ^{ns}				2,194 ^{ns}				3,863*
DMS		1,56		0,392			2,05				8,34				0,028
C.V. (%)		12,24		13,14			67,58				6,06				18,44

Médias seguidas de letras maiúsculas na linha, e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste LSD (p < 0,05).

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns – não significativo

Machado et al., (2010) encontraram resultados significativos para a eficiência no uso de água e na taxa de fotossíntese por plantas de eucalipto submetidas à aplicação de doses de simulação de deriva de glyphosate. O mesmo autor cita que a eficiência no uso da água foi alterada pelo incremento nas doses do herbicida, nas doses de 43,2 e 86,4 g ha⁻¹ de glyphosate, houve incremento na produção de matéria seca por unidade de água transpirada, e a partir da dose de 86,4 g ha⁻¹ de glyphosate ocorreu redução na eficiência no uso da água pelas plantas de eucalipto.

A concentração interna de CO₂ (Ci), foi significativa para as doses de fósforo, sendo que a dose de 80 kg ha de P₂O₅, apresentou o menor Ci, deferindo da dose 0 kg ha⁻¹ que alcançou a maior Ci, a dose de 40 foi estatisticamente igual as outras doses.

Carvalho et al. (2011) observaram que aos 15 DAA o Ci mostrou-se diferenciado para cada dosagem, ou seja, as três doses (0; 115,2 e 460,8 g ha⁻¹) se diferenciaram quanto ao Ci, tendo decréscimo deste com o aumento da dosagem em plantas de café.

De modo geral, nos tratamentos que apresentaram menor Ci pode indicar maior eficiência da taxa fotossintética, enquanto que maior Ci pode indicar menor eficiência, resposta provável a um acúmulo de CO₂ no mesófilo foliar por prejuízos relacionados à produção de energia metabólica (ATP) e NADPH, necessários para a síntese orgânica.

Para a variável condutância estomática (gs), houve interação significativa entre os fatores, na dose 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ a dose de simulação de deriva de 10 g ha⁻¹ de glyphosate foi diferente estatisticamente da testemunha, sendo esta 39,60% maior. Para as doses de 40 e 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅, todos os tratamentos foram iguais a testemunha.

Carvalho (2011) verificou que plantas expostas ao glyphosate aos 10 dias após a aplicação apresentaram maior condutância estomática (0,32 mol H₂O m⁻² s⁻¹) na dose de 262 g ha⁻¹.

Resultados diferentes foram encontrados por Machado *et al.*, (2010), que verificaram decréscimo acentuado na condutância estomática com o aumento das doses do herbicida.

São necessários ainda mais estudos em relação as aplicações de simulação de deriva do glyphosate em plantas de pinhão manso, pois devido ao curto prazo de avaliação não foi possível observar o efeito de crescimento nas plantas com o aumento das doses de simulação de deriva. Devem-se avaliar as plantas até o seu período reprodutivo para constatarem um possível efeito hormese e seus possíveis resultados benéficos na produção da planta, tanto em crescimento, como na produtividade e nos seus teores de óleo.

5. CONCLUSÕES

No experimento realizado conclui-se que no crescimento inicial as adubações fosfatadas a partir de 40 kg ha⁻¹ apresentaram em média os maiores incrementos em: área foliar; matéria seca de folhas, caule e matéria seca total; teor de fósforo e para a fotossíntese líquida.

Doses de simulação de deriva de glyphosate acima de 30 g ha⁻¹ podem prejudicar o crescimento de plantas de pinhão manso considerando-se as variáveis: matéria seca total, conteúdo de lignina e celulose e proteína.

A adubação fosfatada tende a tornar as plantas de pinhão manso tolerantes as doses de simulação de deriva de glyphosate.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKOM, E. K., ERTEL, J. An alternative energy approach to combating desertification and promotion of sustainable development in drought regions. In: FORUM DER FORSCHUNG, 18, 2005, Eigenverlag. **Anais** Eigenverlag: BTU Cottbus, p. 74-78. 2005.

ALVES, J M. A., SOUSA, A.A., SILVA, S.R.G., LOPES, G.N., SMIDERLE, O.J., UCHOA, S.C.P., Pinhão-Manso: Uma Alternativa para Produção de Biodiesel na Agricultura Familiar da Amazônia Brasileira. **Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v.2, p.57 – 68, 2008.

ALMEIDA, R. S., **Identificação e caracterização de genes de transportadores de fosfato m cana-de-açúcar (Saccharum spp.)**. Dissertação apresentada a Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”. Piracicaba, 90 p. 2002.

ANDRÉO-SOUZA, Y., PEREIRA, L. A., SILVA, F. F. S., RIEBEIRO-REIS, R. C., M. R. V.; CASTRO, R. D.; DANTAS, B. F., **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 32, nº 2 p. 083-092, 2010

ARRUDA, F. P., BELTRÃO, N. E.M.; ANDRADE, A. P; PEREIRA,W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o Semi-Árido Nordeste. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.8, n.1, p.789-799, 2004.

BASTOS, A. B.; SIMONI, J. A., Determinação da variação de entalpia da interação entre o herbicida glifosato e os íons cálcio, cobre, zinco e alumínio em solução aquosa por calorimetria por titulação isotérmica. **Augmdomus**, La Plata, v. 2, n. 1, p. 60-71, 2010.

BRADFORD, M.M.A., Rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye **bending**. **Analytical Biochemistry** V.72,p.248 – 254,1976.

BELTRÃO, N. E. M., CARTAXO, W. V., Considerações gerais sobre o pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) e a necessidade urgente de pesquisas desenvolvimento e inovações tecnológicas para esta planta nas condições brasileiras. III CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, **Anais** , Varginha, 2006.

BOTT, S., TEFAMARIAM, T., CANDAN, H., CAKMAK,I., ROMHELD, V., NEUMANN., G., Glyphosate-induced impairment of plant growth and micronutrient status in glyphosate-resistant soybean (*Glycine max* L.). **Plant Soil**, v.312, n.1-2, p.185-194, 2008.

BUXTON, D. R.; SHIBLES, R.; FORSBERG, R. A.; BLAD, B. L.; ASSAY, R. H.; PAULSEN, G. M.; WILSON, R. F. Crop Science Society of America, **International Crop Science**. Madison, USA. p. 757. 1993.

CARVALHO, L. B., **Interferência de *digitaria insularis* em *coffea arabica* e respostas destas espécies ao glyphosate**. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal. 2011.

CARVALHO, L. B., ALVES, P. L. C. A., Trocas gasosas em plantas de *coffea arabica* submetidas à exposição ao glyphosate. **XXVIII CBCPD**. Campo Grande-MS. 2012.

CARBONARI, C.; MESCHEDE, D. K.; VELINI, E. D. 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., Botucatu. **Anais**. Botucatu: Fepaf, p. 68-70.2007.

CAKMAK, I., Glyphosate reduced seed and leaf concentrations of calcium, manganese, magnesium and iron in non-glyphosate resistant soybean. **European Journal Agronomy**, v.31, n.1, p.114-119, 2009.

CARLOS, A. M., **Resposta de enzimas antioxidantes a aplicação do herbicida glifosato em variedades de soja transgênica e não transgênica.** Tese (mestrado em agronomia) – Escola superior de agricultura Luiz de Queiroz – Piracicaba 2006.

CABANÉ, M., PIREAUX, J.C., LÉGER, E., WEBER, E., DIZENGREMEL, P., POLLET, B., LEPIERRE, C., Condensed lignins are synthesized in poplar leaves exposed to ozone. **Plant Physiology**, v.134, n.2, p.586-594, 2004.

CEDERGREEN, N.; OLESEN, C.F., Can glyphosate stimulate photosynthesis **Pest. Biochemistry Physiology**, v.96, n.3, p.140-148, 2010.

CORTESÃO, M. Culturas tropicais: plantas oleaginosas. Lisboa: **Clássica**. p.231. 1956.

COOLEY, W.E., FOY, C.L., Effects of SC – 0224 and glyphosate on free amino acids, soluble protein and protein synthesis in inflated duckweed (*lemna gibba*). **Weed Science**, Champaign, v.40, p. 345-350, 1992.

COELHO, K., **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas.** Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico. Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil, 2006.

COSTA, N. V.; ERASMO, E. A. L.; QUEIROZ, P. A.; DORNELAS, D. F. e DORNELAS, B. F. Efeito da deriva simulada de glyphosate no crescimento inicial de plantas de pinhão-manso. **Planta Daninha**, v. 27, p. 105-110, Edição especial, 2009.

COSTA-RODRIGUES, A.C.P., COSTA, N.V., PEREIRA, M.R.R., MARTINS, D., Efeito da deriva simulada de glyphosate em diferentes partes da planta de

Eucalyptus grandis **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, p. 1663-1672, 2012.

COUTINHO, C.F.B.; MAZO, L.H. Complexos metálicos com o herbicida glifosato: revisão. **Química Nova**, v.28: p.1038-1045. 2005.

CRUZ P. DF: importação de glifosato 'trava' no país. <http://www.paginarural.com.br/noticia/116401/importacao-de-glifosatoquottravaquot-no-pais>. 2009.

DUKE, S. O. Uso de herbicidas e seus efeitos em doenças vegetais. **Informativo Agronomico.**, n. 115, p. 1-4, 2006.

FRANÇA, A.C., FREITAS, M. A. M., FIALHO, C.M.T., SILVA, A.A., REIS, M.R., GALON, L., VICTORIA FILHO, R., Crescimento de cultivares de café arábica submetidos a doses do glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.28, p.599-607, 2010.

GAZZIERO, D. L. P.; PRETE, C. E. C. Resistência é a questão. **Revista Cultivar**, Porto Alegre, v. 4, n. 1, p. 22- 24, 2004.

GALLI, A B; MONTEZUMA, M C., **Glifosato: Alguns aspectos da utilização do herbicida glifosato na agricultura**. São Paulo: Acadcom, 2005.

GÜLEN, H.;ÇELIK, M., POLAT, M. e ERIS, A., Cambial Isoperoxidases Related to Graft Compatibility in Pear-Quince Graft Combinations. **The Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v.29 p.83-89. 2005.

GRAVENA, R., et al. Low glyphosate rates do not affect *Citrus limonia* (L.) Osbeck seedlings. **Pest Management. Science**, v. 65, n. 4, p. 420-425, 2009.

GODOY, M. C., **Efeitos do glyphosate sobre o crescimento e absorção de fósforo pela soja**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

HAMMERSCHMIDT, T.R., NUCLES, E.M., KUC, J., Association of enhanced peroxidase activity with induced systemic resistance of cucumber to *Colletotricum lagenarium*. **Physiological Plant Pathology**, V.20, p.73 – 82, 1982.

HELLER, J., Physic nut (*Jatropha curcas*) – Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben / **International Plant Genetic Resources Institute**, Rome: 66p. 1996.

HOPKINS, W. G., **Introduction to Plant Physiology**. Copyright 464p. 1995.

JUNIOR, O. P. A., SANTOS, T.C.R., BRITO, N.M., RIBEIRO, M. L., glifosato: Propriedades, Toxicidade, Usos e Legislação. **Química Nova**, v.25, p. 589-593. 2002.

KLAR, A.E., Evapotranspiração. In: **A água no sistema solo-planta-atmosfera**. 2.ed. São Paulo: Nobel, 408 p. 1984.

LATORRE, D. O.; ARAÚJO; D. M.; CORRER, A. C. D.; GRANATO, M.; PEREZ, L. L.; IBRAHIM, F. N.; ALVES, E. Efeitos da interação de glyphosate e fósforo sobre a cultura do milho. XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 321, Ribeirão Preto. **Anais**. Ribeirão Preto: XXVII CBCPD, p. 1517-1521. 2010,

LAVIOLA, B. G.; DIAS, L. A. S.; Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.32:p.1969-1975, 2008.

MACHADO, A. F .L. FERREIRA, L.R., SANTOS, L.D.T., SANTOS, J.B., FERREIRA, F.A.e VIANA, R.G., Absorção, translocação e exsudação radicular de glyphosate em clones de eucalipto. **Planta Daninha**, v. 27, p. 549-554, 2009.

MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, L. R.; SANTOS, L. D. T.; FERREIRA, F. A.; VIANA, R. G.; MACHADO, M. S.; FREITAS, F. C. L. Eficiência fotossintética e uso da água em plantas de eucalipto pulverizadas com glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 28, p.319-327, 2010.

MENEZES, S.M., TILLMANN, M.A.A., DODE, L.B., VILLELA, F.A., Detecção de soja geneticamente modificada tolerante ao glifosato por métodos baseados na atividade de enzimas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26. p.150-155, 2004

MESCHEDE, D.K.; CARBONARI, C.A.; VELINI, E.D. Efeito de sub-doses de glyphosate sobre o crescimento e desenvolvimento de *Commelina benghalensis*. In: I SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE, 2007, Botucatu. **Anais**. Botucatu: FEPAF, p.65- 67, 2007.

MESCHEDE, D.K., VELINI, E.D., CARBONARI, C.A.,TRINDADE, M. L. B., COTRICK GOMES, G.L.G.C., Efeitos do glyphosate nos teores de lignina, celulose e fibra em *brachiaria decumbens*. *Revista Brasileira de Herbicidas*. v.10, p.57-63, 2011.

MESCHEDE, D.K., VELINI, E.D., CARBONARI, C.A. MORAES, C.P. Teores de lignina e celulose em plantas de cana-de-açúcar em função da aplicação de maturadores. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 30, p. 121-127, 2012.

MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Produção de biodiesel supera expectativas**. Disponível em < <http://agenciact.mct.gov.br/index.php/content/view/34345.html>>. Acesso em: 25 ago. 2006.

MIRAGAYA, J. C. G. Biodiesel: tendências no mundo e no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 7-13, 2005.

NERY, A. R.; RODRIGUES, M L. N.; SILVA, M. B. R.; FERNANDES, P. D.; CHAVES, L. H. G.; DANTAS NETO, J. GHEYI, H. R. Crescimento do pinhão-manso irrigado com águas salinas em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.13, n.5, p.551–558, 2009.

NETO, J. N. N. Instituto Brasil PNUMA. **Informativo do Comitê Brasileiro do programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente**, Nº 81, 2005.

NUNES, C.F. **Caracterização de frutos, sementes e plântulas e cultivo de embriões de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)**. Lavras, p 78 2007.

OLIVEIRA, J.S., LEITE, P.M., SOUZA, L.B., MELLO, V.M., SILVA, E.C., RUBIM, J.C., MENEGHETTI, S. M. P., SUAREZ, P.A.Z., Characteristics and composition of *Jatropha gossypifolia* and *Jatropha curcas* L. oils and application for biodiesel production. **Biomass and bioenergy**. v. 33, 449 – 453, 2009

PERIM, L., PRANDO, M. B., ROSOLEM, C.A., Cinética de absorção de fósforo em soja transgênica após a aplicação de Glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, p.143-150, 2011.

PEREIRA,R.M.R., PERES,A.C.R., COSTA, N. V., DAGOBERTO, A. E. K., SILVA, M. R., Efeito da deriva de glyphosate sobre algumas características fisiológicas em plantas de eucalipto **Interciencia**. Venezuela. v. 35, p. 279-283 2010.

PITELLI, R. A. Competição e controle de plantas daninhas em áreas agrícolas. **IPEF**, v. 4, p. 25-35, 1987.

POWLES SB. Evolved Glyphosate-resistant weeds around the world : lessons to be learnt. **Pest Management Science**, v.64: p.360- 365. 2008.

RIZZARDI, M.A.; FLECK,N.G.; AGOSTINETO,D.; BALBINOT,JR. A. A.; Ação dos herbicidas sobre o mecanismo de defesa das plantas e dos patógenos.**Ciência rural**,V.33,p.957 – 965, 2003.

SALGADO, P.T.,. **Efeito do glyphosate no crescimento, produção e qualidade da madeira do Eucalipto** Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp - Jaboticabal.2010.

SATURNINO, H.M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA N.; GONÇALVES, N. P. Produção de oleaginosas para o biodiesel. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.26 p.44-74. 2005.

SCIVITTARO, W.B., PILLON, C. N., Calagem e adubação para a cultura da mamona no Sul do Brasil. **Comunicado técnico EMBRAPA**. Pelotas- RS. 2006.

SILVA, M. A. ARAGÃO,N.C.,BARBOSA M.A., JERONIMO E.M., CARLIN S.D., Efeito hormótico de glyphosate no desenvolvimento inicial de cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 68, p. 973-978, 2009.

SILVA, A.F.; CONCENÇO, G.; ASPIAZÚ, I.; FERREIRA, E.A.; GALON, L.; COELHO, A.T.C.P.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A. Interferência de plantas daninhas em diferentes densidades no crescimento da soja. **Planta Daninha**, v.27, p.75-84, 2009.

SILVA, P. R. F., FREITAS, T. F. S., Biodiesel: o ônus de produzir combustível. **Ciência Rural**. Santa Maria. V.38, p.843 – 851. 2008.

SIMS D.A.; GAMON J.A., Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Sensing of Environment**, New York, v.81, p.337-354, 2002.

SUJATHA, M.; REDDY, T.P.; MAHASI, M.J. Role of biotechnological interventions in the improvement of castor (*Ricinus communis* L.) and *Jatropha curcas* L. **Biotechnology Advances**, New York, v.26, p.424-435, 2008.

SYROS,T., YUPSANIS,T., ZAFIRIADIS, H.,ECONOMOU,A. Activity and isoforms of peroxidases, lignin and anatomy, during adventitious rooting in cuttings of *Ebenus critical* L. **Journal of Plant Physiology**, Jena. V.161, p. 68-77.2004.

TEIXEIRA, L. C. Potencialidades de oleaginosas para produção de biodiesel. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, p. 18- 27, 2005.

TOMINAGA, N.; KAKIDA, J.; YASUDA, E.K. **Cultivo de pinhão-manso para produção de biodiesel**. Viçosa: CPT, p. 220. 2007.

TRZECIAK, M. B., NEVES, M. B., VINHOLES, P.S., VILLELA. F.A., Utilização de sementes de espécies oleaginosas para produção de biodiesel. **Informativo ABRATES**. vol.18, p.30-38, 2008.

TUFFI SANTOS, L. D.. SANTOS, J.B., FERREIRA, F.A., OLIVEIRA, J.A., BENTIVENHA, S.,MACHADO, A.F.L., Exsudação radicular do glyphosate por *Brachiaria decumbens* e seus efeitos em plantas de eucalipto e na respiração microbiana do solo. **Planta Daninha**, v. 23, p. 143-152, 2005.

TUFFI SANTOS, L. D. FERREIRA, F. L; FERREIRA R.L. DUARTE W.M; TIBURCIO, R.A.S. SANTOS, M.V; Intoxicação de espécies de eucalipto submetidas à deriva do glyphosate. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 359-364, 2006

TUFFI SANTOS, L. D. MACHADO, A.F.L., VIANA, R.G., FERREIRA, L.R., FERREIRA, F.A; SOUZA, G.V.R.; Crescimento do eucalipto sob efeito da deriva de glyphosate. **Planta Daninha**, v. 25, p. 133-137, 2007.

TUFFI SANTOS, L. D. SANT'ANNA-SANTOS, BF.; MEIRA, RMSA., FERREIRA, FA; TIBURCIO, RAS.; MACHADO, AFL. Leaf anatomy and morphometry in three eucalypt clones treated with glyphosate. **Braz. J. Biol.**, v.69, p.129-136, 2009.

VELINI, E.D.; ALVES, E.; CORREA, M.R.; CORREA, T.M.; QUEIROZ, C.A.S.; SOUZA, R.T. Sub-dose de Glyphosate estimulam o crescimento de plantas daninhas e cultivadas. In: Congresso Brasileiro de Plantas Daninhas, 25., 2006, Brasília. **Resumos**. SBCPD: Brasília, p.210. 2006.

VELINI, E.D.; ALVES, E., GODOY, M.C., MESCHEDE, D.K., DUKE, S.O. Glyphosate aplicado em doses baixas pode estimular o crescimento das plantas. **Ciência manejo de pragas**, v.64, p.489-496, 2008.

VELINI, E.D.; TRINDADE, M.L.B.; BARBERIS, L.R.M.; DUKE, S.O. Growth regulation and other secondary effects of herbicides. **Weed Science.**, v.58, p.351-354, 2010.

VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; BARRA, K.; STRINGUETA, P. C. Flavonóides antocianinas: características e propriedades na nutrição e saúde. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, vol. 23, p. 141-149, 2008.

ZOBIOLE, L. H. S; OLIVEIRA JUNIOR., R. S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D. F.; KREMER, R. J. Uso de aminoácido exógeno na prevenção de injúrias causadas por glyphosate na soja RR. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 28, p. 643-653, 2010.

ZOBIOLE, L.H.S., OLIVEIRA JR., R.S., CONSTANTIN, J., OLIVEIRA JR, A., CASTRO, C., OLIVEIRA, F.A., KREMER, R.J., MOREIRA, A. e ROMAGNOLI, L.M., ACÚMULO DE NUTRIENTES EM SOJA CONVENCIONAL E SOJA RR EMDIFERENTES TIPOS DE CONTROLE DE PLANTA DANINHA. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 30, p. 75-85, 2012

YAMADA, T.; CASTRO, P.R.C. Efeitos do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agronômicas. **International Plant Nutrition Institute**. Piracicaba: Informações Agronômicas, p. 24, 2007.

YAMASHITA, O.M. et al. Resposta de varjão (*Parkia multijuga*) a subdoses de glyphosate. **Planta daninha** . vol.24, n.3, pp. 527-531. 2006.

WANG, C., effect of glyphosate on aromatic amino acid metabolism in purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). **Weed technology**. Laurence v.15 p. 628 – 635, 2001.

WEAVER, L. M.; HERRMANN, K. M. Dynamics of the shikimate pathway in plants. **Trends Plant Science.**, v. 2,. p 9,. 346-351, 1997.