



**Universidade Federal do Tocantins
Câmpus de Gurupi
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal**

WEMBLE RIBEIRO DOS SANTOS

**PARÂMETROS BIOMÉTRICOS E ÍNDICES FISIOLÓGICOS DE
PLANTAS DE PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.) SOB APLICAÇÃO
DE HERBICIDAS**

**GURUPI - TO
2015**



**Universidade Federal do Tocantins
Câmpus de Gurupi
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal**

WEMBLEES RIBEIRO DOS SANTOS

**PARÂMETROS BIOMÉTRICOS E ÍNDICES FISIOLÓGICOS DE
PLANTAS DE PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.) SOB APLICAÇÃO
DE HERBICIDAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Tocantins como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Andrea Lemus Erasmo

**GURUPI - TO
2015**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca da Universidade Federal do Tocantins
Campus Universitário de Gurupi

A237p Santos, Wembles Ribeiro dos
Título: Parâmetros biométricos e índices fisiológicos de plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas L.*) sob aplicação de herbicidas / Wembles Ribeiro dos Santos - Gurupi, 2015.

61 p.

Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, 2015.

Linha de pesquisa: Fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Andrea Lemus Erasmó

1. Pinhão manso. 2. Seletividade. 3. Análise de crescimento. 4. Biodiesel I. Erasmó, Eduardo Erasmó Lemus. II. Universidade Federal do Tocantins. III. Título.

CDD 635

Bibliotecária:

CRB-2 / 1309

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizada desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Defesa nº

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO/TESE DE MESTRADO/DOCTORADO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

Aos 4 dias do mês de Setembro do ano de 2015, às 14:30 horas, no(a) Sala de 15 do Bala II, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Orientador Dr. Eduardo Andrea Lemus Erasmo do Câmpus Universitário de Gurupi/ Universidade Federal do Tocantins, Dr. José Iran Cardoso da Silva e Dr. Marçal Pedro Neto, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de Wembles Ribeiro dos Santos, intitulada "**Parâmetros biométricos e índices fisiológicos de plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas L.*) sob aplicação de herbicidas**". Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo parecer favorável à aprovação, habilitando-o(a) ao título de Mestre em Produção Vegetal.

Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Dr. Jose Iran Cardoso da Silva

Primeiro examinador

Marçal Pedro Neto
Dr. Marçal Pedro Neto

Segundo examinador

Dr. Eduardo Andrea Lemus Erasmo

Universidade Federal do Tocantins
Orientador e presidente da banca examinadora

Gurupi, 4 de setembro de 2015.

Dr. Rodrigo Ribeiro Fidelis

Coordenador do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal

Aos meus pais, Benjamim Ribeiro Nunes e Pedrocília Patrício dos Santos e minha irmã Maria dos Reis Ribeiro Nunes. A meus avós e tio: Antônio, Juliana (*in memoriam*) e Jacó, que sempre me apoiaram durante esta fase da vida. Agradeço pela confiança, compreensão, apoio, carinho e amor.

DEDICO

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus por uma vitória conquistada na minha vida.

A Universidade Federal do Tocantins, por possibilitar a realização do Mestrado em Produção Vegetal.

Ao professor e orientador **Dr. Eduardo Andrea Lemus Erasmo**, pelos ensinamentos, respeito e paciência durante a realização do Mestrado em Produção Vegetal, meus sinceros agradecimentos.

Aos colaboradores que contribuíram com este trabalho: Dr. José Iran Cardoso da Silva, MSc. Thomas Vieira Nunes, MSc. Sérgio José da Costa, MSc. Marciane Cristine Dotto, David Ingsson, Francisco Carvalho, Sara, Nayra Morgana, Renato Jales.

A todos os professores que ministraram disciplinas no curso de Mestrado em Produção Vegetal, pela amizade, dedicação, colaboração e pelo conhecimento transmitido.

Aos colegas de turma, que foram fundamentais durante esses dois anos para a aprendizagem e conhecimentos adquiridos.

Aos amigos: Mhayonne Nunes, Emerson de Castro, Prinscilla Pâmela, Tiago Alves, Mateus Dalcin, Junior Rodrigues, Gustavo Colombo, Yasmim Ramos, Eliete, Danilo Veloso e Adriana Augusta Neto.

Agradeço a todos da Universidade Federal do Tocantins que ajudaram de alguma forma nessa jornada.

A todos aos que fizeram parte desta longa jornada, os meus sinceros agradecimentos.

Ao CNPQ pela concessão da bolsa de estudos.

Resumo

Uma alternativa para a mudança da matriz energética, é a utilização de fonte de energia renovável, com isso a produção de biodiesel através de plantas oleaginosas vem ganhando destaque cada vez mais no mundo. Entre as culturas que apresentam destaque para a produção de biocombustível, destaca-se a cultura do pinhão manso. As plantas de pinhão-manso são susceptíveis em seus estádios iniciais a competição por plantas daninhas, sendo assim se faz necessário controle mecânico ou químico durante a fase inicial de estabelecimento da cultura. O presente estudo teve como objetivo a avaliação de índices fisiológicos de plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas L.*) submetidas a diferentes mecanismo de ação de herbicidas. O delineamento adotado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial (9 x 5) + 1, sendo 9 herbicidas, 5 épocas de avaliação e 1 testemunha. As mudas foram transplantadas para os sacos plásticos com dois meses de idade, os quais receberam adubação com a formulação 5-25-15 de N-P-K (40 g/unidade experimental). Foram estudados os tratamentos Oxifluorfem (240 g.i.a.), Flumioxazina (25 g.i.a.), S-Metolacloro (1920 g.i.a.), Carfentrazone (32 g.i.a.), Tembotriona (100 g.i.a.), Bentazona (1200 g.i.a.), Metribuzin (480 g.i.a.), Flumioxazin + Oxifluorfem (25 + 240 g.i.a.) e Carfentrazone+ S-Metolacloro (32 + 1920 g.i.a.), mais 1 testemunha, tudo replicado cinco vezes. Os tratamentos foram aplicados dia 20 junho 2014, sete dias após o transplante, utilizando-se pulverizador costal de precisão, pressurizado à CO₂ e calibrado para aplicar volume de calda de 150 L ha⁻¹. Foram avaliados os sintomas visuais de intoxicação das plantas aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação dos tratamentos. Aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a aplicação, foram avaliadas as seguintes variáveis: altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF) e comprimento de raiz (CR), biomassa seca de folhas (MSF), de caule (MSC), de raízes (MSR) e biomassa seca total (MST), área foliar, área foliar específica, razão de área foliar, razão de peso de folha, TCA, TCR e TAL. Os tratamentos com os herbicidas oxifluorfem, flumioxazina e flumioxazina+oxyfluorfem, foram os que mais causarem efeitos prejudiciais nas plantas e influenciando no acúmulo de biomassa seca total. Os tratamentos com herbicidas flumioxazina, s-metalacloro, foram os que mais reduziram as taxa de crescimento absoluto, relativo nos períodos avaliados.

Palavras-chave: seletividade, biodiesel, oleaginosas, análise de crescimento

ABSTRACT

An alternative to changing the energy matrix is the use of renewable energy source, thereby producing biodiesel using oilseed plants has been gaining attention increasingly in the world. Among the crops that have an emphasis on the production of biofuel, there is the *Jatropha* culture. The *Jatropha* plants are likely in its early stages the competition by weeds, so necessary mechanical or chemical control during the early stages of crop establishment. This study aims to evaluate the physiological indices of *Jatropha* plant (*Jatropha curcas* L.) submitted to different herbicide mode of action. The adopted design was a randomized block in a factorial design (9 x 5) + 1, with 9 herbicides, 5 evaluation periods and one witness. The seedlings were transplanted to plastic bags with two months of age, who received fertilization with NPK 5-25-15 formulation (40 g / plot). The treatments were studied Oxifluorfem (240 g.i.a.), Flumioxazina (25 g.i.a.), S-Metolaclo-ro (1920 g.i.a.), Carfentrazona (32 g.i.a.), Tembotriona (100 g.i.a.), Bentazona (1200 g.i.a.), Metribuzin (480 g.i.a.), Flumioxazin + Oxifluorfem (25 + 240 g.i.a.) e Carfentrazone+S-Metolaclo-ro (32 + 1920 g.i.a.), 1 more witness with 5 repetitions. Treatments were applied on 20 June 2014, seven days after transplantation, using a backpack sprayer of accuracy, the pressurized CO₂ and calibrated to apply spray volume of 150 L ha⁻¹. They evaluated the visual symptoms of poisoning plants at 7, 14, 21, 28 and 35 days after treatment application. At 15, 30, 45, 60 and 75 days after application, the following variables: plant height (PH, cm), stem diameter (DC, in mm), number of leaves (NF) and root length (CR in cm), dry matter of the leaves (MSF), stem (MSC), root (MSR), total dry matter (MST), leaf area, specific leaf area, leaf area ratio, leaf weight ratio, TCA, RGR and NAR. Treatments with the oxifluorfem herbicides flumioxazin and flumioxazin + oxyfluorfem, were the main cause harmful effects on plants and influencing the total dry matter accumulation. The treatments with herbicides flumioxazin, s-metalaclo-ro, were most likely reduced the absolute growth rate on the assessed periods.

Keywords: selectivity, biodiesel, oily seed, growth analysis

SUMÁRIO

Resumo	iii
Abstract	v
1. Introdução Geral.....	10
2. Referências Bibliográficas	12
Parâmetros biométricos de plantas de pinhão manso sob aplicação de herbicidas..	14
Resumo	14
Abstract	15
1. Introdução	16
2. Material e Métodos	18
3. Resultados e Discussão	21
4. Conclusões.....	33
5. Referências Bibliográficas	34
Índices de crescimento de mudas pinhão manso (<i>Jatropha curcas</i> L.) sob aplicação de herbicidas	37
Resumo	37
Abstract	39
1. Introdução	40
2. Material e Métodos	42
3. Resultados e Discussão	45
4. Conclusões.....	56
5. Referências Bibliográficas	57

Lista de Figuras

Capítulo I

- Figura 1.** Intoxicação (%) de plantas de pinhão manso em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, s-metalacloro, carfentrazone, tembotriona, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazone+s-metalacloro. Gurupi – TO..... 22
- Figura 2.** Altura de plantas (cm) de pinhão manso em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, carfentrazone, s-metalacloro, tembotriona, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazone+s-metalacloro. Gurupi - TO. *(p<0,05); **(p<0,01) e ns (não significativo)..... 23
- Figura 3.** Diâmetro de caule (mm) de plantas de pinhão manso em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, carfentrazone, s-metalacloro, tembotriona, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazone+s-metalacloro. Gurupi - TO. *(p<0,05); **(p<0,01) e ns (não significativo)..... 25
- Figura 4.** Biomassa seca de caule (g) de plantas de pinhão manso em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, carfentrazone, s-metalacloro, tembotriona, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazone+s-metalacloro. Gurupi - TO.* (p<0,05); **(p<0,01) e ns(não significativo)..... 27
- Figura 5.** Biomassa seca de folhas (g) de plantas de pinhão manso em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, carfentrazone, s-metalacloro, tembotriona, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazone+s-metalacloro. Gurupi - TO. *(p<0,05); **(p<0,01) e ns (não significativo). ... 29
- Figura 6.** Biomassa seca de raízes (g) de plantas de pinhão manso em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, carfentrazone, s-metalacloro, tembotriona, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazone+s-me metalacloro. Gurupi - TO.*(p<0,05); **(p<0,01) e ns (não significativo). 30
- Figura 7.** Biomassa seca total (g) de plantas de pinhão manso em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, carfentrazone, s-metalacloro, tembotriona, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazone+s-metalacloro. Gurupi - TO. *(p<0,05); **(p<0,01) e ns (não significativo)..... 32

Capítulo II

- Figura 1.** Área foliar (cm²) de plantas de pinhão manso *Jatropha curcas* L. em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, s-metalaclo, carfentrazona, tembotriona, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazona+s-metalaclo. Gurupi – TO. 45
- Figura 2.** Área foliar específica (dm².g⁻¹) de plantas de pinhão manso *Jatropha curcas* L. em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, s-metalaclo, carfentrazona, tembotriona, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazona+s-metalaclo. Gurupi – TO. 47
- Figura 3.** Razão de área foliar (dm².g⁻¹) de plantas de pinhão manso *Jatropha curcas* L. em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, s-metalaclo, carfentrazona, tembotrione, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazona+s-metalaclo. Gurupi – TO. 49
- Figura 4.** Razão peso de folha (g.g⁻¹) de plantas de pinhão manso *Jatropha curcas* L. em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, s-metalaclo, carfentrazona, tembotriona, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazona+s-metalaclo. Gurupi – TO. 50
- Figura 5.** Taxa de crescimento absoluto (g.dia⁻¹) de plantas de pinhão manso *Jatropha curcas* L. em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, s-metalaclo, carfentrazona, tembotriona, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazona+s-metalaclo. Gurupi – TO. 51
- Figura 6.** Taxa de crescimento relativo (g.g⁻¹.dia⁻¹) de plantas de pinhão manso *Jatropha curcas* L. em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, s-metalaclo, carfentrazona, tembotriona, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazona+s-metalaclo. Gurupi – TO. 53
- Figura 7.** Taxa assimilatória líquida (g.g⁻¹.dia⁻¹) de plantas de pinhão manso *Jatropha curcas* L. em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, s-metalaclo, carfentrazona, tembotriona, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazona+s-metalaclo. Gurupi – TO. 54

Lista de Tabelas

Capitulo I

Tabela 1. Tratamentos e as respectivas quantidades de ingrediente ativo e produto comercial por hectare aplicados nas plantas de pinhão manso.	19
--	----

Capitulo II

Tabela 1. Tratamentos e as respectivas quantidades de ingrediente ativo e produto comercial por hectare.....	43
---	----

1. INTRODUÇÃO GERAL

Uma alternativa para a mudança da matriz energética, é a utilização de fonte de energia renovável, com isso a produção de biodiesel através de plantas oleaginosas vem ganhando destaque cada vez mais no mundo.

A produção de biodiesel vem se mostrando como uma alternativa viável e de grande importância, sendo um tipo de combustível que gera benefícios econômicos, além de diminuir a emissão de gases de efeito estufa. Tendo em vista as perspectivas de aumento no consumo mundial de biodiesel, o Brasil ganha destaque pela grande extensão de área agricultável. Entre as culturas que apresentam destaque para a produção de biocombustível, encontram-se o pinhão manso.

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), pertencente à família Euphorbiaceae, gênero composto por cerca de 170 espécies onde *Jatropha curcas* L. é o de maior importância econômica. É uma planta perene adaptada a regiões secas com precipitação mínima de 600 mm por ano, mas conseguindo sobreviver com 200 mm ano, e solos de baixa fertilidade, contudo é recomendado o plantio em solos férteis para o alcance de uma máxima produção (SATURNINO et al., 2005).

É considerada um arbusto suculento e caducifólio, com ramificação desde a base, de crescimento rápido, com altura de dois a três metros, mas em algumas condições podendo atingir a altura de até 5 metros, são plantas com início da idade produtiva entre três a quatro anos, e que pode chegar até 40 anos (CARNIELLI, 2003; ARRUDA, et al., 2004; SATURNINO et al., 2005).

Os frutos das plantas de pinhão manso são do tipo cápsula trilocular e ficam carnudo e amarelados quando maduros, e são compostos de 53 a 62 % de semente (PEIXOTO, 1973; SATURNINO et al., 2005b). O óleo de pinhão-manso tem 83,9% do poder calorífico do óleo diesel e com a substituição do diesel pelo óleo de pinhão-manso, o consumo poderá ser 16,1% maior (Saturnino et al. 2006).

Por apresentar características agrônômicas desejáveis para a produção de biodiesel, o interesse pela exploração do pinhão manso tem aumentado, no entanto informações técnicas ainda são escassas. Entre estas o controle de plantas daninhas é de suma importância uma vez que sendo uma espécie perene, a competição inicial afeta o potencial produtivo das plantas de pinhão.

Erasmus et al. (2009), citam que, dentre os principais manejos necessários para a condução de plantios de pinhão manso, merece destaque o controle de

plantas daninhas, principalmente por meio da utilização de herbicidas seletivos. Seletividade é a capacidade que um herbicida tem de eliminar plantas daninhas em área de cultivo, sem afetar a produtividade e qualidade do produto final (VELINI et al., 2000).

Uma das formas de se verificar o estresse provocado por algum fator externo nas plantas é o acompanhamento do seu crescimento por meio de medidas biométricas, que podem ser transformadas em taxas. O crescimento consiste na produção de diferentes órgãos e da sua distribuição (MARCELIS, 1993). A análise de crescimento baseia-se, que em média 90% da matéria orgânica acumulada ao longo do crescimento das plantas, é resultante dos fotoassimilados (BENINCASA, 2003). A análise quantitativa de crescimento, é usada para tentar explicar diferenças no crescimento, de ordem ambiental ou genética nas plantas (PEIXOTO et. al, 2011).

Assim, se faz necessário a avaliação do efeito de diferentes moléculas de herbicidas no crescimento de plantas de pinhão manso, de forma a contribuir nas futuras recomendações em sistemas de produção desta espécie, garantindo melhor controle de plantas daninhas. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo a avaliação de parâmetros biométricos e índices fisiológicos de plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas L.*) sob aplicação de herbicidas.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, F. P.; BELTRÃO, N. E. M.; ANDRADE, A. P. A.; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas*) como alternativa para o semi-árido nordestino. **R. Bras. Oleag. Fibrosas**, v. 8, n. 1, p. 789-799, 2004.

CARNIELLI, F. O combustível do futuro. 2003. Disponível em: <<http://www.ufmg.br/boletim/bol1413/quarta.shtml>> Acesso em: 13/04/2015

ERASMO, E. A. L.; COSTA, N. V.; TERRA, M. A.; FIDELIS, R. R. Tolerância inicial de plantas de pinhão-manso a herbicidas aplicados em pré e pós-emergência. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.27, n.3, p.571-580, 2009.

MARCELIS, L. F. M. Simulation of biomass allocation in greenhouse crops: a review. **Acta Hortic.**, v. 328, n. 1, p. 49-68, 1993.

OLIVEIRA JR., R.S. Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J. (Orgs.). **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba:Agropecuária, 2001. p. 291-314.

PEIXOTO, A.R. **Plantas oleaginosas arbóreas**. São Paulo: Nobel, 1973. 284 p.

PEIXOTO, C. P., CRUZ, T. V., PEIXOTO, M. F. S. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13; 2011 Pág. 51

PITELLI, R. A. Competição e controle de plantas daninhas em áreas agrícolas. **IPEF**, v.4, n.12, p.25-35, 1987.

PURCINO, A.A.C.; DROMMOND, O.A. **Pinhão manso**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1986. 7p.

RIZZARDI, M. A.; FLECK, N. G.; AGOSTINETTO, D.; BALBINOT JR. A. A. Ação de herbicidas sobre mecanismos de defesa das plantas aos patógenos. **Ciência Rural**, v. 33, n. 5, p. 957-965, 2003.

SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. G. Cultura do pinhão-manso (*Jatrofa curcas* L.) **Informativo Agropecuário**, v. 26, n. 229, p. 44-78, 2005.

SATURNINO, H. M. et al. **Implantação de unidades de validação de tecnologia pinhão-manso**. Nova Porteirinha, 2006. 5 p. Projeto de Pesquisa,

Centro Tecnológico do Norte de Minas Gerais, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Nova Porteirinha, 2006.

VARGAS, L.; ROMAN, E.S. **Controle de plantas daninhas em pomares.** Bento Gonçalves: Embrapa, 2003. 26 p. (Circular Técnica, 47)

VELINI, E.D.; MARTINS, D.; MANOEL, L.A.; MATSUOKA, S.; TRAVAIN, J.C.; CARVALHO, J.C. Avaliação da seletividade da mistura de oxyfluofen e ametryne, aplicada em pré ou pós-emergência, a dez variedades de cana-de-açúcar (cana planta). **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 18, p. 123-134, 2000.

PARÂMETROS BIOMÉTRICOS DE PLANTAS DE PINHÃO MANSO SOB APLICAÇÃO DE HERBICIDAS

Wembles Ribeiro dos Santos¹; Eduardo Andrea Lemus Erasmo²;

¹Mestrando em Produção Vegetal – UFT, Gurupi/TO; ²Professor Orientador, UFT.

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho, avaliar o efeito da aplicação de herbicidas de diferentes mecanismos de ação em plantas de pinhão manso no primeiro ano de vida. O delineamento adotado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial (9 x 5) + 1, sendo 9 herbicidas, 5 épocas de avaliação e 1 testemunha. As mudas foram transplantadas para os sacos plásticos com dois meses de idade, os quais receberam adubação com a formulação 5-25-15 de N-P-K (40 g/unidade experimental). Foram estudados os tratamentos oxifluorfem (240 g.i.a.), flumioxazina (25 g.i.a.), s-metolacloro (1920 g.i.a.), carfentrazona (32 g.i.a.), tembotriona (100 g.i.a.), bentazona (1200 g.i.a.), metribuzin (480 g.i.a.), flumioxazin + oxifluorfem (25 + 240 g.i.a.) e carfentrazone+ s-metolacloro (32 + 1920 g.i.a.), mais 1 testemunha, todos replicados cinco vezes. Os tratamentos foram aplicados no dia 20 de junho de 2014, sete dias após o transplante (DAT), utilizando-se pulverizador costal de precisão, pressurizado à CO₂ e calibrado para aplicar volume de calda de 150 L ha⁻¹. Foram avaliados os sintomas visuais de intoxicação das plantas aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação dos tratamentos. Aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a aplicação, avaliaram-se as seguintes variáveis: altura de planta (AP, em cm), diâmetro de caule (DC, em mm), número de folhas (NF) e comprimento de raiz (CR, em cm), biomassa seca das folhas (MSF), caule (MSC), das raízes (MSR) e biomassa seca total (MST). Os tratamentos com os herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, flumioxazina+oxyfluorfem e carfentrazone+s-metalacloro foram os que mais causarem efeitos prejudiciais nas plantas e influenciaram o acúmulo de biomassa seca total. Os tratamentos que menos causaram efeitos no acúmulo de biomassa seca total foram tembotriona, bentazona e metribuzim, ao longo dos períodos avaliados.

Palavras-chave: *Jatopha curcas* L., fitotoxicidade, planta daninhas, biodiesel

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of herbicide application of different mechanisms of action in *Jatropha* plants in the first year of life. The adopted design was a randomized block in a factorial design (9 x 5) + 1, with 9 herbicides, 5 evaluation periods and one witness. The seedlings were transplanted to plastic bags with two months of age, who received fertilization with NPK 5-25-15 formulation (40 g / plot). The oxyfluorfen treatments were studied (240 g.i.a.), flumioxazin (25 g.i.a.), s-metolachlor (1920 g.i.a.), carfentrazone (32 g.i.a.), tembotrione (100 g.i.a.), bentazone (1200 g.i.a), metribuzin (480 g.i.a.), flumioxazin + oxifluorfem (25 240 + g.i.a.) and carfentrazone-metolachlor + s (32 1920 + g.i.a.) plus one control, all replicated five times. Treatments were applied on June 20, 2014, seven days after transplanting (DAT), using backpack sprayer accuracy, pressurized to CO₂ and calibrated to apply spray volume of 150 L ha⁻¹. They evaluated the visual symptoms of poisoning plants at 7, 14, 21, 28 and 35 days after treatment application. At 15, 30, 45, 60 and 75 days after application, we evaluated the following variables: plant height (PH, cm), stem diameter (DC, in mm), number of leaves (NF) and length root (CR in cm), leaves biomass (MSF), stem (MSC), root (MSR), total dry matter (MST). Treatments with the oxifluorfem herbicides flumioxazin, flumioxazin + oxyfluorfen and carfentrazone+s-metolachloro, were the main cause harmful effects on plants and influenced the total dry biomass accumulation. The treatments caused less effect on the total dry biomass were tembotrione, bentazone, and metribuzin over the evaluation period.

Keywords: *Jatropha curcas* L., phytotoxicity, weed, biodiesel

1. INTRODUÇÃO

A busca por novas fontes de energia renovável tornou-se uma questão estratégica para substituição de combustíveis derivados do petróleo e conseqüentemente na redução da emissão de gases poluentes (CORRÊA *et al.*, 2008).

Diante de inúmeras culturas (soja, girassol, mamona, palma, pinhão manso, etc.) com possibilidade de obtenção de matéria prima para a produção de biodiesel, o Brasil ganha destaque como fornecedor de biodiesel.

Pinhão manso (*Jatropha curcas L.*) é uma planta com potencial medicinal e com grande capacidade de produção de óleo, sendo esta a principal característica para sua exploração. Espécie com origem tropical, adaptada a diversas regiões do Brasil e com alto potencial de produção de óleo, é considerada como uma planta rustica que apresenta um longo ciclo de vida podendo chegar até 40 anos, tolerante a seca, solos com baixa fertilidade (TEIXEIRA, 2005; ARRUDA *et al.*, 2004), pouco atacada por pragas e doenças (SATURNINO *et al.*, 2005) e com uma produtividade média de 5 t ha⁻¹ (CARNIELLI, 2003; NUNES, 2007).

Embora a cultura do pinhão manso tenha um grande potencial para produção de óleo, ainda existe pouca informação tecnológica sobre a cultura, tornando-se um dos principais problemas para a aceitação da mesma, e sua competição frente a outras oleaginosas produtoras de óleo, considerado assim muitas vezes quando plantado em grandes áreas como um investimento de risco.

Destarte, a interferência de plantas daninhas na cultura do pinhão-mano pode causar redução na produtividade. Para Arruda *et al.* (2004), apesar de ser uma planta rústica, deve-se manter o terreno sempre livre de plantas daninhas, pois a competição com a cultura por água, ar, luz e nutrientes pode prejudicar e atrasar o desenvolvimento do pinhão, além de abrigar pragas e/ou insetos transmissores de doenças.

Comparado ao controle mecânico, o método químico é o mais utilizados para controle de plantas daninhas em áreas agrícolas, com isso a utilização de herbicidas seletivos aplicados na linha de cultivo da cultura tem-se tornado uma

alternativa, considerado como principal forma de controle de plantas daninhas em áreas de cultivo (RODRIGUES & ALMEIDA, 2005; GONÇALVES et al., 2011).

Com relação ao manejo químico de plantas daninhas em cultivos de pinhão manso, ainda não há herbicidas registrados para cultura, entretanto, a literatura registra diversos testes. Com isso a avaliação da seletividade de herbicidas em culturas é a base do sucesso do manejo químico de plantas daninhas (DAS et al., 2003; RIZZARDI et al., 2003).

Alguns trabalhos já foram realizados com diferentes herbicidas na cultura, Albuquerque et al. (2008) verificaram que trifluralin não provocou toxidez, e não afetou a biomassa seca, diâmetro, altura em plantas de pinhão manso. Já o oxyfluorfen quando aplicado no solo não causa efeitos tóxicos a cultura, ao contrário de quando em contato com a parte aérea da planta (GONÇALVES, et al., 2009).

Erasmio et al. (2009) avaliando diversos herbicidas aplicados tanto em pré e pós-emergência, constataram que os ingredientes ativos trifluralin, pendimethalin, isoxaflutole, s-metolachlor, haloxyfop-methyl, sethoxydim, fluazifop-p-butyl e a mistura clethodim+fenoxaprop-ethyl) apresentam potencial para utilização na cultura do pinhão manso.

Desta forma, objetivou-se com este trabalho, estudar o efeito de herbicidas com diferentes mecanismos de ação, aplicados isolados e em misturas após o transplante de pinhão-manso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em condições de campo na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus Universitário de Gurupi, localizado na região sudoeste do estado do Tocantins, a 280 m de altitude e em clima do tipo Aw, de acordo com classificação climática de Rubel & Kotték (2010), definido como equatorial e inverno seco, apresentando temperatura média anual de 29,5 °C, e com precipitação média anual de 1.804 mm.

As unidades experimentais foram constituídas de sacos plásticos, com volume de 15 litros. O solo utilizado no enchimento dos sacos plásticos foi coletado na camada arável de 0 a 20 cm na fazenda experimental da Universidade Federal do Tocantins.

As plantas utilizados nos ensaios, foram mudas resultantes de acesso de pinhão-manso, cujas sementes foram coletadas na área experimental localizada, no município de Pedro Afonso – TO. As mudas foram transplantadas para os sacos plásticos com dois meses de idade, os quais receberam adubação com a formulação 5-25-15 de N-P-K (40 g/unidade experimental).

O solo utilizado nos vasos apresentaram 715, 50 e 235 g.kg⁻¹, respectivamente de areia, silte e argila. O resultado da análise química mostram um pH em CaCl₂ de 5,6; teor de matéria orgânica de 2,5 dag.kg⁻¹; CTC de 7,13 e P de 0,70 mg.dm⁻³; valores de 0,33, 3,1, 1,5 e 0,00 cmol_c.dm⁻³ para K, Ca, Mg e Al, respectivamente; e saturação por bases de 69%.

O delineamento adotado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial (9 x 5) + 1, sendo 9 herbicidas, 5 épocas de avaliação e 1 testemunha, todos replicados cinco vezes. Na tabela 1, está a descrição dos tratamentos utilizados no experimento.

Antes da aplicação da aplicação dos herbicidas foram medidas a altura e diâmetro do caule das plantas em todos os tratamentos.

Os tratamentos foram aplicados no dia 20 de junho de 2014, sete dias após o transplante (DAT), utilizando-se pulverizador costal de precisão, pressurizado à CO₂ e calibrado para aplicar volume de calda de 150 L ha⁻¹, equipado com barra de dois bicos de jato plano, série XR 110-02, espaçados 0,5 m, operando a 250 kPa.

Tabela 1. Tratamentos e as respectivas quantidades de ingrediente ativo e produto comercial por hectare aplicados nas plantas de pinhão manso.

Herbicida	Mecanismo de Ação	Dose aplicada g i.a.*	Dose aplicada ha ⁻¹ p.c.*
Testemunha	---	---	---
Oxifluorfem	Protox	240	1,0 L
Flumioxazina	Protox	25	50 g
S-Metolacloro	Divisão celular	1920	2,0 L
Carfentrazona	Protox	32	0,08 L
Tembotriona	Síntese do Caroteno	100	0,240 L
Bentazona	Fotosistema II	1200	2,0 L
Metribuzin	Fotosistema II	480	1,0 L
Flumioxazina+Oxifluorfem		25 + 240	50 g + 1,0 L
Carfentrazona+S-Metolacloro		32 + 1920	0,08 + 2,0 L

Foram determinadas no momento da aplicação, as médias de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento, sendo' 24,3 °C, 73,3% e 0,7 m s⁻¹, respectivamente.

Durante o período de condução do ensaio, foram avaliados os sintomas visuais de intoxicação das plantas aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos. Para isso, foi utilizada escala percentual de notas visuais, onde 0 (zero) corresponde a nenhuma injúria na planta e 100 (cem) à morte das plantas (SBCPD, 1995). Os parâmetros utilizados no estabelecimento das notas foram: inibição do crescimento, quantidade e uniformidade das injúrias, capacidade de rebrota das plantas e quantidade de plantas mortas.

Foram avaliadas aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a aplicação, as seguintes variáveis: altura de planta (AP, em cm), diâmetro de caule (DC, em mm), número de folhas (NF) e comprimento de raiz (CR em cm). Após cada período o material vegetal foi retirado e separado nos seus componentes vegetativos para a

determinação da biomassa seca das folhas (MSF), caule (MSC), das raízes (MSR) e biomassa seca total (MST). Para isto, o materiais foram acondicionados em sacos de papel e colocados em estufa com circulação de ar forçada a temperatura de 65 °C, por 96 horas, até atingir pesos constantes, sendo depois pesados em balança eletrônica de precisão.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e análises de regressão. Para a comparação das médias foi aplicado o teste Scott-Knott, a ($p < 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa Sisvar (FERREIRA, 2000). As análises de regressão foram realizadas por meio do software Sigmaplot[®] 10.0, e o modelo de regressão foi escolhido baseado na significância dos coeficientes da equação de regressão e de determinação a 1 e 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A intoxicação das plantas de pinhão manso à aplicação dos herbicidas, decresceu ao longo dos períodos avaliados, considerando-se não significativas aos 35 DAA. (Figura 1).

As maiores notas de intoxicação nas plantas foram observadas aos 7 DAA em todos os tratamentos, quando comparados a testemunha, com notas correspondendo a 85, 82, 88, 90 e 86 % para os tratamentos: oxifluorfem, flumioxazina, carfentrazone, flumioxazina+oxyfluorfen e carfentrazone+s-metalacloro, respectivamente.

Os tratamentos que obtiveram as maiores notas (60,95 e 66,55 %) de intoxicação aos 21 e 28 DAA, foram carfentrazone e carfentrazone+s-metalacloro, respectivamente.

Comparando todos os herbicidas aplicados insolados e em mistura, notou-se que os herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, s-metalacloro, tembotriona, bentazon e metribuzin não apresentaram intoxicação nas plantas aos 35 DAA. O carfentrazone, flumioxazina+oxyfluorfen e flumioxazina+oxyfluorfen apresentaram notas de intoxicação inferiores a 10 %.

Verificou-se, que os tratamentos onde houve maior redução na produção de biomassa seca total das plantas, foram os tratamentos que apresentaram os maiores médias de intoxicação. Essa redução ocorre devido ao modo de ação deste princípio ativo (Inibidor da PROTOX) quando aplicado sobre as plantas, causa a desfolha total das plantas afetando assim a fotossíntese.

Gonçalves et al. (2009), avaliando seletividade do oxiofluorfem na cultura do pinhão manso, encontrou resultados de fitointoxicação nas plantas mais intenso aos 7 dias após a aplicação. Rocha et al. (2010), observou resultados para o oxifluorfem com intoxicação nas plantas aos 19 dias após a aplicação. Para Alves et al. (2000) os efeitos desse herbicida são mais intensos e restritos ao local de contato do produto. Ronchi e Silva (2003) encontraram resultados que demonstram a ação do herbicida oxiofluorfem aplicado diretamente sobre as plantas em mudas de café.

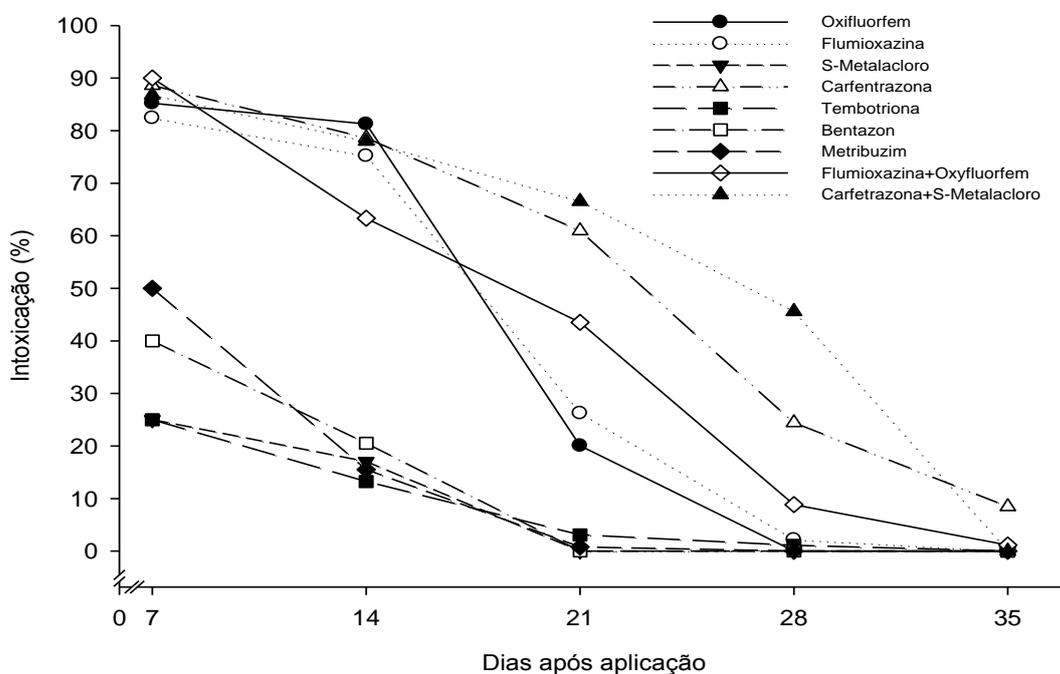


Figura 1. Intoxicação (%) de plantas de pinhão manso em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, s-metalacloro, carfentrazona, tembotriona, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazona+s-metalacloro. Gurupi – TO.

Os resultados encontrados para altura de planta se ajustaram a um análise de regressão polinomial quadrática, apresentando R^2 variando entre 0,89 a 0,99 (Figura 2).

Durante os períodos de avaliação do experimento, a altura de plantas de pinhão manso, no tratamento testemunha foi superior em todas as épocas avaliadas.

O herbicida oxifluorfem manteve o crescimento de plantas semelhante ao encontrado na testemunha aos 15 e 30 DAA. Já os herbicidas flumioxazina e carfentrazona quando comparados a testemunha, proporcionaram resultados inferiores de crescimento em todas as épocas avaliadas, com reduções aos 75 DAA de 24,69 e 13,29 % em relação a testemunha. Contudo, o herbicida flumioxazina apresentou média de altura de plantas 22,78 cm a partir dos 45 DAA (Figura 1A).

Comparadas com a testemunha, as plantas que receberam os herbicidas s-metalacloro e tembotriona apresentaram altura inferiores em todos os períodos

avaliados, com reduções aos 75 dias DAA de 13,98 e 9,68 % quando comparados à testemunha.

O tratamento com o herbicida bentazona apresentou crescimento de 27,00 cm aos 15 DAA superior na altura de plantas da testemunha e resultados inferior aos 30 DAA, já o herbicida metribuzim apresentou resultado semelhante de altura de plantas aos 30 DAA aos encontrados na testemunha, e com resultado de 37,32 cm superior aos 75 DAA. O herbicida bentazona apresentou resultados de altura de plantas superiores a testemunha aos 15 DAA e semelhante aos 45 e 75 DAA.

Ao avaliar as plantas do tratamento testemunha e o efeito dos herbicidas testados em misturas, observou-se redução na altura em todos os períodos testados. Contudo, as misturas com os herbicidas flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazona+s-metalacloro apresentaram aos 75 DAA altura de plantas de 35,32 e 29,35 cm, respectivamente, próxima a verificada na testemunha (36,05 cm).

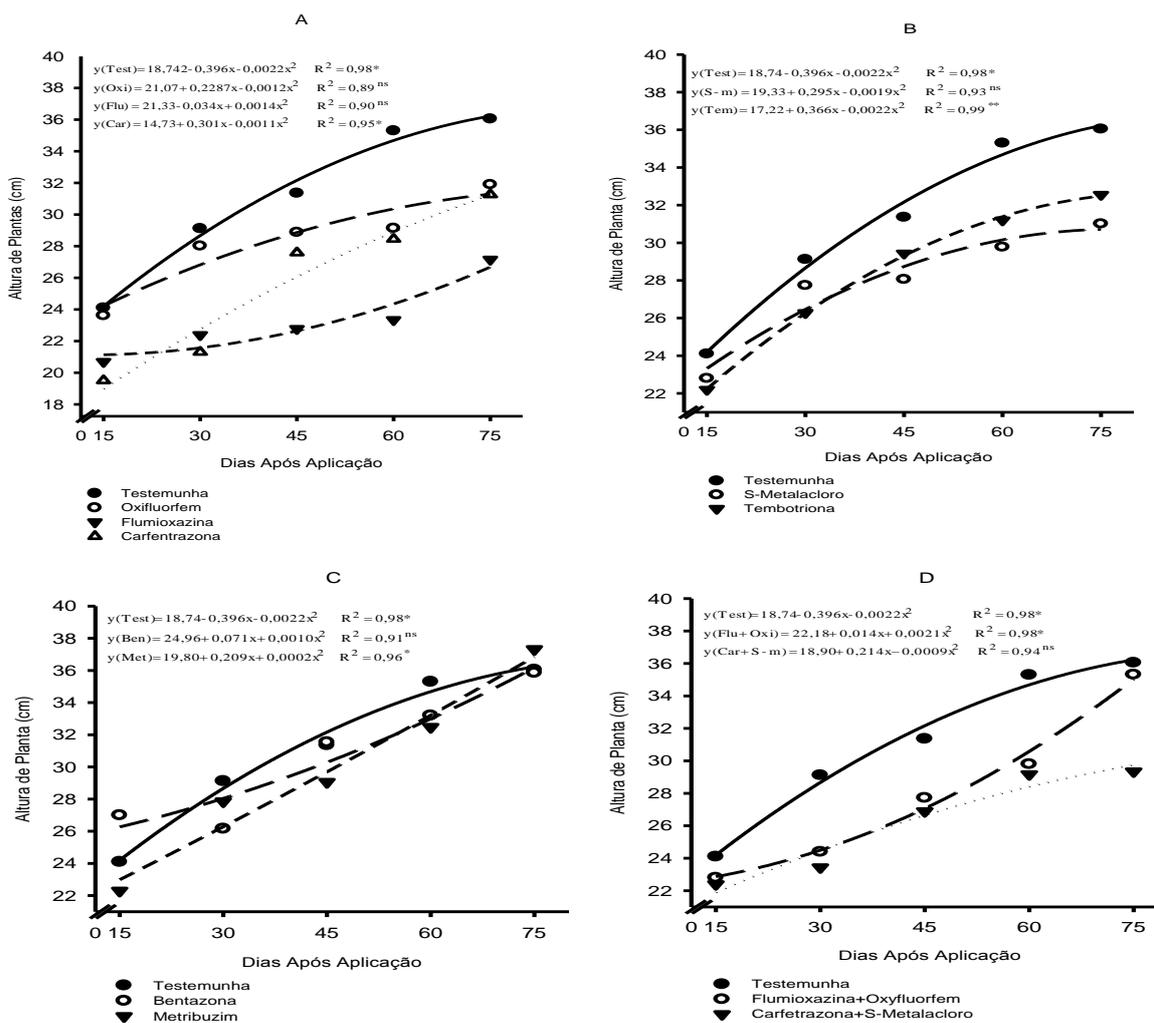


Figura 2. Altura de plantas (cm) de pinhão manso em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, carfentrazona, s-metalacloro, tembotriona, bentazona,

metribuzim, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazone+s-metalacloro. Gurupi - TO. *($p < 0,05$); **($p < 0,01$) e ns (não significativo).

Silva (2010), avaliando os herbicidas flumioxazina e bantazona, aplicados em pós-emergência em plantas de pinhão manso, encontraram valores de 41,65 e 39,55 cm, ou seja, resultados superiores de altura de plantas aos encontrados no presente trabalho.

Ao avaliar a variável diâmetro de caule (Figura 3) os resultados encontrados apresentaram coeficientes de determinação (R^2) variando de 0,92 a 0,99, com ajustes significativos ao modelo quadrático.

A média de diâmetros de caule das plantas que receberam aplicação dos herbicidas oxifluorfem, flumioxazina e carfentrazone, aos 75 DAA verificou-se uma redução de 6,95; 10,43 e 1,73 % na variável diâmetro de caule, comparado ao encontrada na testemunha.

Nos tratamentos com os herbicidas s-metalacloro e tembotriona os valores de diâmetro de caule, foram superiores aos encontrados na testemunha, correspondendo aos 30 DAA, a 16,96 e 16,12 mm e aos 60 DAA 21,60 e 22,20 mm, respectivamente.

O herbicida bentazona promoveu o menor valor de diâmetro de caule até os 45 DAA (16,90 mm), quando comparado ao tratamento testemunha. Verificou-se aos 75 DAA (24,54 mm) no tratamento com o herbicida metribuzim, sendo portanto maior em relação ao tratamento testemunha.

Analisando o efeito das misturas de flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazone+s-metalacloro, no diâmetro de caule, verificaram-se valores inferiores ao obtido na testemunha em todos os períodos de avaliação. Comportamento também semelhante ao constatado a variável altura de plantas. Os valores de diâmetros encontrados nos tratamentos testemunha, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazone+s-metalacloro aos 75 DAA, foram de 23; 19,1 e 18,75 mm, respectivamente.

Silva (2010) trabalhando com os herbicidas flumioxazim e bentazona nas doses de 25 e 720 g ha⁻¹, aplicado em mudas de pinhão manso, apresentando em média 12 folhas e 20 cm de altura, encontrou valores médios de 19,48 e 20,23 mm no diâmetro de caule em plantas de pinhão manso, resultados que corroboram com os verificados no presente trabalho.

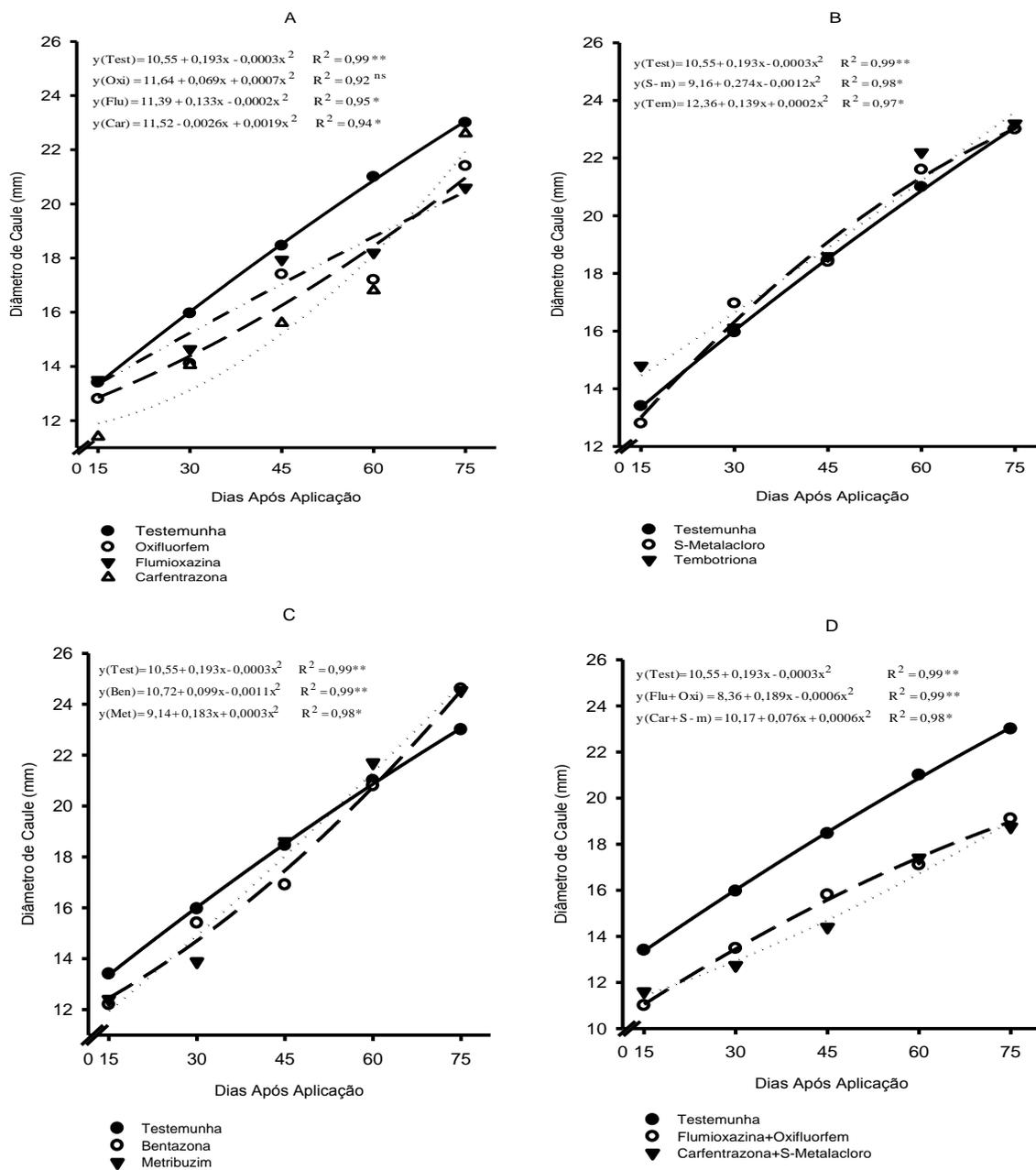


Figura 3. Diâmetro de caule (mm) de plantas de pinhão manso em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfen, flumioxazina, carfentrazona, s-metalacloro, tembotriona, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfen e carfentrazona+s- metalacloro. Gurupi - TO. *($p < 0,05$); **($p < 0,01$) e ns (não significativo).

A resposta das plantas quanto ao acúmulo de biomassa seca de caule, ajustaram-se a uma regressão polinomial quadrática com valores de R^2 variando

entre 0,91 a 0,98, contudo, em alguns tratamentos com o R^2 não significativo (Figura 4).

Para os herbicidas oxifluorfem e carfentrazone, os resultados de biomassa seca de caule foram inferiores aos encontrados na testemunha em todos os períodos avaliados. Já o herbicida flumioxazina apresentou resultado semelhante a testemunha somente até os 15 DAA. Aos 75 DAA, os resultados de biomassa seca de caule para a testemunha, oxifluorfem, flumioxazina e carfentrazone foram de 29,91; 21,15, 17,56 e 22,25 g, respectivamente.

Os resultados de biomassa seca de caule, no tratamento com o herbicida s-metalaclopro foram semelhantes aos encontrados na testemunha dos 15 aos 60 DAA, e inferior aos 75 DAA, 24,34 g versus 29,91 g verificado na testemunha. A biomassa seca no tratamento com o tembotriona teve valores inferiores a testemunha dos 30 aos 45 DAA, porém, se recuperando e igualando aos resultados encontrados na testemunha aos 60 e 75 DAA.

Os herbicidas bentazona e metribuzim reduziram os valores da biomassa seca de caule de plantas até os 45 DAA, mas aos 60 e 75 DAA os valores foram superiores aos encontrados na testemunha. Aos 75 DAA, a biomassa seca de caule correspondeu a 29,91, 35,11 e 33,43 g para os tratamentos, testemunha; bentazona e metribuzim, respectivamente.

Comparando as misturas testadas, os resultados de biomassa seca de caule encontrados na testemunha foram superiores aos demais tratamentos em todos os períodos avaliados. Os valores de biomassa seca foram de 29,91g; 20,45 e 16,21 g aos 75 DAA, respectivamente para a testemunha, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazone+s-metalaclopro.

Observou-se que o acúmulo de biomassa seca de caule foi superior nos tratamentos com os seguintes herbicidas: tembotriona, bentazona e metribuzim, contudo, os piores resultados foram encontrados nos tratamentos com flumioxazina, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazone+s-metalaclopro.

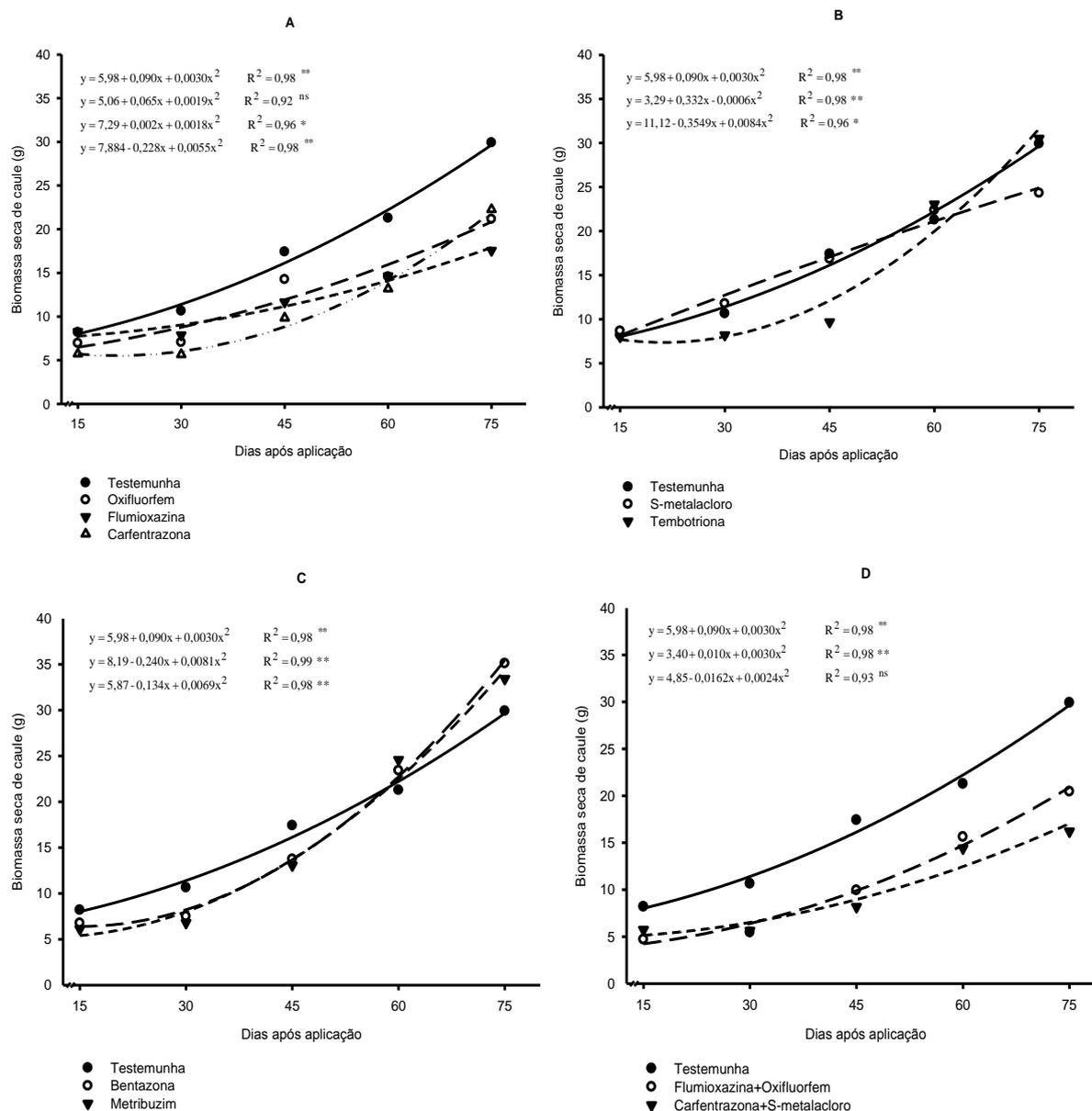


Figura 4. Biomassa seca de caule (g) de plantas de pinhão manso em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfen, flumioxazina, carfentrazona, s-metalacloro, tembotriona, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfen e carfentrazona+s-metalacloro. Gurupi - TO.* (p<0,05); ** (p<0,01) e ns (não significativo).

A resposta para o acúmulo de biomassa seca de folhas em função do tempo e aplicação dos herbicidas (Figura 5), para todos os tratamentos obtiveram resposta polinomial quadrática com R^2 variando de 0,91 a 0,99.

Nos tratamentos com os herbicidas oxifluorfem, flumioxazina e carfentrazona, os valores de biomassa seca de folhas foram inferiores aos encontrados na testemunha, e os maiores decréscimos ocorreram até os 30 DAA, para os herbicidas oxifluorfem e flumioxazina. O herbicida carfentrazona foi o que mais reduziu a biomassa seca de folhas com os piores resultados de 1,52; 6,55 g (inferiores aos encontrados na testemunha) aos 15 e 75 DAA respectivamente.

No tratamento com s-metalacloro, os valores médios de biomassa seca de folhas foram de 5,07 e 5,53 g aos 45 e 60 DAA, portanto, resultados semelhantes aos atingidos na testemunha. Aos 30 e 45 DAA, os tratamentos tembrotona e testemunha apresentaram valores de biomassa seca de folhas semelhantes, contudo, aos 60 DAA, este valor no tratamento herbicida foi de 7,12 g, superando ao constatado na testemunha de 5,32 g.

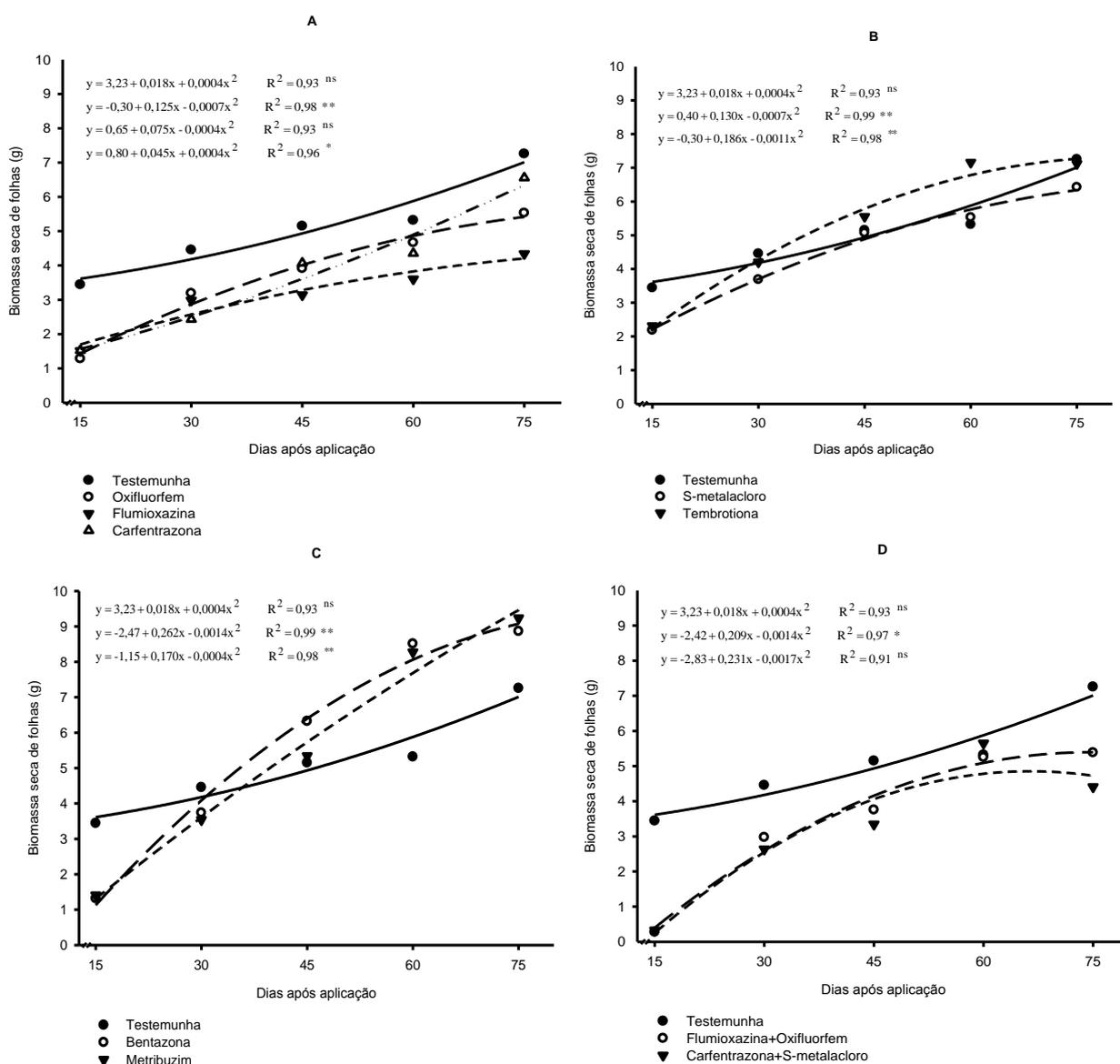


Figura 5. Biomassa seca de folhas (g) de plantas de pinhão manso em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, carfentrazone, s-metalacloro, tembotriona, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazone+s-metalacloro. Gurupi - TO. *($p < 0,05$); **($p < 0,01$) e ns (não significativo).

Os valores de biomassa seca de folhas nos tratamentos bentazona e metribuzim, foram superiores a testemunha a partir dos 30 DAA. Aos 75 DAA estes valores corresponderam a 8,86; 9,23 e 7,26 g, respectivamente.

A biomassa seca de folhas verificadas na misturas dos herbicidas flumioxazina+oxifluorfem, carfentrazone+s-metalacloro, foi inferior em todas as datas avaliadas (com exceção aos 60 DAA) comparada a testemunha. Aos 75 DAA, estes valores corresponderam a 25,89 e 39,25 %, respectivamente, em relação ao tratamento testemunha.

O acúmulo de biomassa seca de raízes em função dos herbicidas e do tempo apresentaram um ajuste a regressão polinomial quadrática com valores de R^2 variando entre 0,93 a 0,99 (Figura 6).

Os tratamentos com os herbicidas oxifluorfem, flumioxazina e carfentrazone, apresentaram resultados semelhantes aos encontrados na testemunha somente aos 15 DAA, contudo obtiveram nos períodos avaliados os seguintes resultados aos 30 DAA (2,66; 3,23 e 2,49 g), e aos 75 DAA (6,54; 6,57 e 6,61 g).

Os herbicidas s-metalacloro e tembotriona apresentaram resultados diferentes quando comparados a testemunha, porém, o herbicida s-metalacloro teve comportamento semelhante a testemunha somente aos 15 DAA. Já o tembotriona reduziu a biomassa seca de raízes até os 45 DAA, e superou os resultados encontrados na testemunha aos 60 DAA. Os resultados de biomassa seca dos tratamentos aos 75 DAA alcançaram valores de 12,91; 8,02 e 11,92 g, respectivamente para a testemunha, s-metalacloro e tembotriona.

Aos 60 DAA o tratamento com o herbicida bentazona obteve biomassa seca de 9,78 g, sendo este valor superior ao produzido na testemunha (7,91 g). Os valores de massa seca de raízes nos tratamentos metribuzim e testemunha aos 75 DAA foram de 14,64 g e 12,91 g, respectivamente.

Considerando as misturas de flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazona+s-metalaclo, a biomassa seca de raízes foram inferiores a testemunha em todos os períodos avaliados. Aos 75 DAA estes valores corresponderam a: 12,91; 6,93 e 5,29 g, respectivamente.

Ronchi & Silva (2003), observaram ao testar a tolerância de plantas de café tratadas com oxifluorfem, flumioxazina e bentazona, em doses de 480; 30 e 900 g ha⁻¹, que não houve redução na biomassa seca das raízes das plantas tratadas.

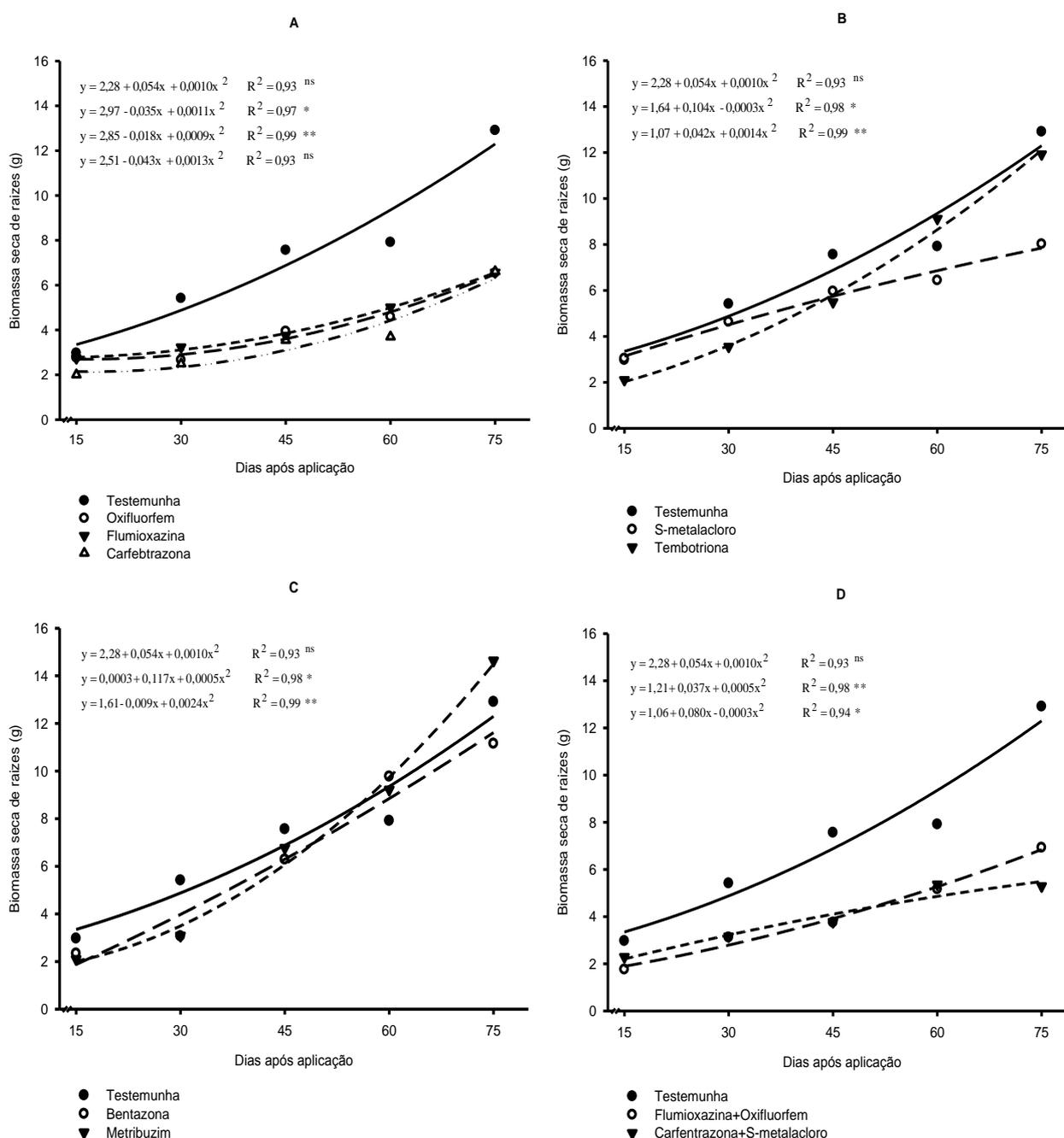


Figura 6. Biomassa seca de raízes (g) de plantas de pinhão manso em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, carfentrazona, s-metalaclo, metribuzim e tembotriona.

tembotriona, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazona+s-me metalacloro. Gurupi - TO. *($p < 0,05$); **($p < 0,01$) e ns (não significativo).

Os resultados encontrados para a variável biomassa seca total mostraram um comportamento polinomial quadrático nas médias da regressão em todos os tratamentos (Figura 7), com um R^2 variando entre 0,93 a 0,99.

A biomassa seca total de plantas nos tratamentos com os herbicidas oxifluorfem, flumioxazina e carfentrazona, foram inferior ao da testemunha em todos os períodos avaliados. Aos 75 DAA foram encontrados valores de 32,84; 27,30; 33,31 e 44,43 g, respectivamente. O que corresponde a reduções em relação a testemunha, de 26,09; 38,56 e 25,03 %, respectivamente.

As médias de biomassa seca total nos tratamentos herbicida s-metalacloro e a testemunha foram semelhantes até os 60 DAA. O herbicida tembotriona reduziu a biomassa seca total em relação a testemunha até os 45 DAA, a partir desta data os resultados foram semelhantes.

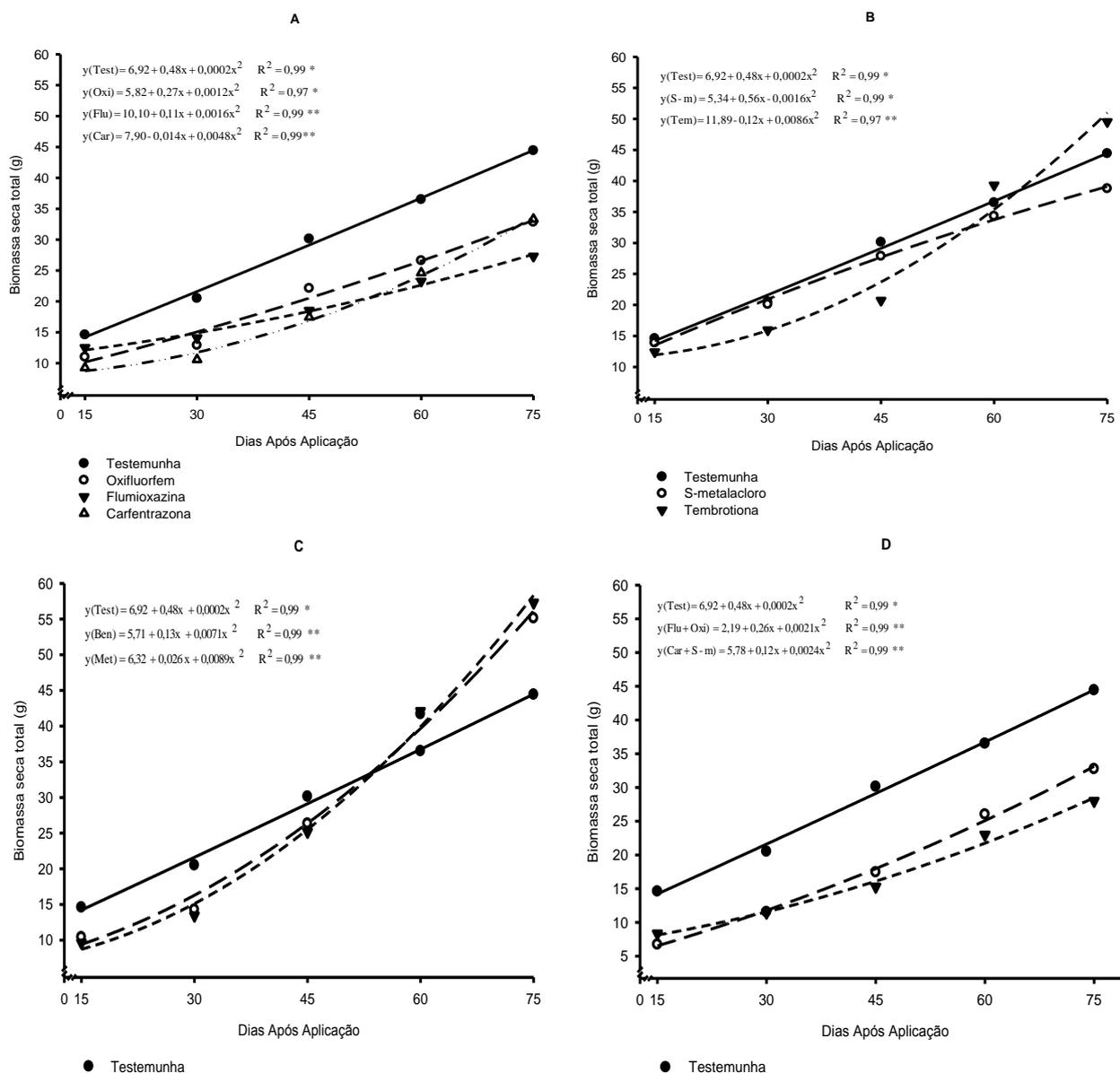


Figura 7. Biomassa seca total (g) de plantas de pinhão manso em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, carfentrazona, s-metalacloro, tembotriona, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazona+s-metalacloro. Gurupi - TO. *($p < 0,05$); **($p < 0,01$) e ns (não significativo).

Os valores totais de biomassa seca encontrados nos tratamentos testemunha, bentazona e metribuzim aos 75 DAA foram de 44,43; 55,13 e 57,30 g, respectivamente.

Em comparação com a testemunha, as misturas de flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazona+s-metalacloro, reduziram a biomassa seca total de plantas durante todos os períodos de avaliação. Os valores de médias para testemunha, Flumioxazina+Oxifluorfem e Carfentrazona+S-Metalacloro foram de 44,43; 32,76 e 28,00 g, respectivamente, aos 75 DAA. O que corresponde a reduções em relação a testemunha, de 26,27 e 36,98 %, respectivamente.

4. CONCLUSÕES

Os tratamentos com os herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, flumioxazina+oxyfluorfem e carfentrazone+s-metalacloro, foram os que mais causarem efeitos prejudiciais nas plantas e influenciando no acúmulo de biomassa seca total.

Os tratamentos que menos causaram efeitos no acúmulo de biomassa seca total ao longo dos períodos avaliados, foram tembotriona, bentazona e metribuzim.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, C.J.B.; BRANT, R.S.; ROCHA, G.R. da; JARDIM, R.R. Seletividade de herbicidas para o pinhão manso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. **Anais eletrônicos...** Salvador, 2008. Disponível em:<<http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/publicacoes/cbm3/trabalhos/PINHAO%20MANSO/PM%2011.pdf>> Acesso em: 16 jun. 2015.

ALVES, L. W. R.; SILVA, J. B.; SOUZA, I. F. Efeito da aplicação de subdose dos herbicidas glyphosate e oxyfluorfen, simulando deriva sobre a cultura de milho (*Zea mays* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, n. 4, p. 889-897, 2000.

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

CARNIELLI, F. O combustível do futuro. 2003. Disponível em:<<https://www.ufmg.br/boletim/bol1413/quarta.shtml>>. Acesso em: 06 de junho de 2015.

CORRÊA, I. M. et al. Desempenho de motor diesel com misturas de biodiesel de óleo de girassol. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 3, p. 923-928, 2008.

DAS, A. C.; DEBNATH, A.; MUKHERJEE. Effect of the herbicides oxadiazon and oxyfluorfen on phosphates solubilizing microorganisms and their persistence in rice fields. **Chemosphere**, v. 53, n. 5, p. 217-221, 2003.

ERASMO, E. A. L.; COSTA, N.V.; TERRA, M.A.; FIDELES, R.R. Tolerância inicial de plantas de pinhão-manso a herbicidas aplicados em pré e pós emergência. **Planta Daninha**, v. 27, n. 3, p. 571-580, 2009.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0 In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45.

São Carlos, **Programa e resumos...** São Carlos: UFSCar, Julho de 2000, p.255-258.

GONÇALVES, K. S.; SÃO JOSÉ, A. R.; CAVALIERI, S. D.; MARTINS, I. S. B.; VELINI, E. D. Seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência em pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). **Revista Brasileira de Herbicidas**, Umuarama, v. 10, n. 2, p. 110-120, maio/ ago. 2011.

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

OLIVEIRA JR., R.S. Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J. (Orgs.). *Plantas daninhas e seu manejo*. Guaíba: Agropecuária, 2001. p. 291-314.

RIZZARDI, M. A.; FLECK, N. G.; AGOSTINETTO, D.; BALBINOT JR, A. A. Ação de herbicidas sobre mecanismos de defesa das plantas aos patógenos. **Ciência Rural**, v. 33, n. 5, p. 957-965, 2003.

ROCHA, P.R.R., SILVA, A.F., FARIA, A.T., GALON, L., FERREIRA, E.A., FELIPE, R.S., SILVA, A.A. e DIAS, L.A.S. Seletividade de herbicidas pré-emergentes ao pinhão-manso (*Jatropha curcas*). **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, n. 4, p. 801-806, 2010

RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. Tolerância de mudas de café a herbicidas aplicados em pós-emergência. **Planta Daninha**, v. 21, n. 3, p. 421-426, 2003.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 3.ed. Londrina: IAPAR, 2005. 591 p.

RUBEL, F.; KOTTEK, M. Observed and projected climate shifts 1901-2100 depicted by world maps of the KöppenGeiger climate classification. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 19, n. 2, p. 135, 2010.

SILVA, A. N. Produção do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em função da adubação, níveis de água e da seletividade de herbicidas. **Dissertação (Mestrado)** – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2010. 87 p. : il.

SATURNINO, H.M. et al. Cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, v.26, n.229, p.44–78, 2005.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS - SBCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: 1995. 42 p.

TEIXEIRA, L.C. Potencialidades de oleaginosas para produção de biodiesel. **Informe Agropecuário**, v.26, n.229, p.18-27, 2005.

ÍNDICES DE CRESCIMENTO DE MUDAS PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.) SOB APLICAÇÃO DE HERBICIDAS

Wembles Ribeiro dos Santos¹; Eduardo Andrea Lemus Erasmo²;

¹Mestrando em Produção Vegetal – UFT, Gurupi/TO; ²Professor Orientador, UFT,

RESUMO

Objetivou-se avaliar os análise de crescimento de mudas pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) sob aplicação de herbicidas. O delineamento adotado foi o de blocos ao acaso. As mudas foram transplantadas para os sacos plásticos com dois meses de idade, os quais receberam adubação com a formulação 5-25-15 de N-P-K (40 g/unidade experimental). Foram estudados os tratamentos Oxifluorfem (240 g.i.a.), Flumioxazina (25 g.i.a.), S-Metolacloro (1920 g.i.a.), Carfentrazone (32 g.i.a.), Tembotriona (100 g.i.a.), Bentazona (1200 g.i.a.), Metribuzin (480 g.i.a.), Flumioxazin + Oxifluorfem (25 + 240 g.i.a.) e Carfentrazone+ S-Metolacloro (32 + 1920 g.i.a.), mais 1 testemunha com 5 repetições, totalizando 250 parcelas. Os tratamentos foram aplicados 7 dias após o transplante (DAT), utilizando-se pulverizador costal de precisão, pressurizado à CO₂ e calibrado para aplicar volume de calda de 150 L ha⁻¹. Aos 15, 30, 45, 60 e 75 DAA, avaliou-se área foliar, área foliar específica, razão de área foliar, razão de peso de folha, TCA, TCR e TAL. Os tratamentos com bentazona e metribuzim foram os que menos afetaram o desenvolvimento das taxas de crescimento absoluto e relativo das plantas. Os tratamentos com herbicidas flumioxazina, s-metalacloro, foram os que mais reduziram as taxa de crescimento absoluto, e relativo nos períodos avaliados.

Palavras-chave: biodiesel, planta daninha, análise de crescimento, oleaginosas

ABSTRACT

Aimed to evaluate the growth analysis of jatropha seedlings (*Jatropha curcas* L.) Under application of herbicides. The design adopted was the randomized blocks. The seedlings were transplanted to plastic bags with two months of age, who received fertilization with NPK 5-25-15 formulation (40 g / plot). The treatments were studied Oxifluorfem (240 g.i.a.), Flumioxazina (25 g.i.a.), S-Metolacloro (1920 g.i.a.), Carfentrazona (32 g.i.a.), Tembotriona (100 g.i.a.), Bentazona (1200 g.i.a.), Metribuzin (480 g.i.a.), Flumioxazin + Oxifluorfem (25 + 240 g.i.a.) e Carfentrazone+ S-Metolacloro (32 + 1920 g.i.a.), 1 more witness with 5 repetitions, totaling 250 plots. The treatments were applied 7 days after transplantation, using backpack sprayer of accuracy, the pressurized CO₂ and calibrated to apply spray volume of 150 L ha⁻¹. At 15, 30, 45, 60 and 75 DAA, evaluated leaf area, specific leaf area, leaf area ratio, leaf weight ratio, TCA, TCR and TAL. Treatments with bentazone, and metribuzin were the least affected the development of absolute growth rates on plants. The treatments with herbicides flumioxazin, s-metalacloro, were most likely reduced the absolute growth rate on the assessed periods.

Keywords: biodiesel, weed, growth analysis, oily seeds

1. INTRODUÇÃO

A crescente necessidade de desenvolver novas alternativas de combustíveis renováveis tornaram-se indispensáveis, contudo a produção de biodiesel, tornou-se uma opção promissora, para a diversificação da matriz energética, colaborando assim com o desenvolvimento sustentável.

No Brasil das várias opções de oleaginosa para produção de biodiesel, o cultivo do pinhão manso tem sido utilizado e considerado com uma fonte promissora com grande teor de óleo produzido (ARRUDA et al. 2004).

O manejo de plantas daninhas e a utilização de herbicidas seletivos vem sendo considerado uma das principais alternativas para minimizar os prejuízos que causam a presença das plantas daninhas nos sistemas de cultivos.

As plantas de pinhão manso são mais susceptíveis a competição com plantas daninhas durante as fases inicial de estabelecimento da cultura. De acordo com Arruda et al. (2004) e Pitelli (1987), as plantas daninhas podem interferir no crescimento e desenvolvimento das plantas devido a competição por água, nutrientes e luz podem prejudicar atrasar o desenvolvimento do pinhão.

Dentre os controles de plantas daninhas nos cultivos de pinhão manso, o método químico é o mais usado, devido ao baixo custo com mão de obra, apresenta-se como excelente alternativa para controle dessas espécies em extensas áreas de plantio. Contudo, para realização do controle químico em áreas de cultivo, com uso de herbicidas, são necessários estudos acerca da seletividade dos produtos para as plantas.

Ainda não há herbicidas registrados para a cultura do pinhão manso no Brasil, assim a necessidade por estudos referentes a seletividade de herbicidas na cultura é de grande importância. De acordo com Erasmo et al., (2009), a utilização de herbicidas em áreas de cultivos, tem-se notado a intoxicação em espécies não alvos, ocasionada por deriva durante a aplicação dos produtos químicos.

O estudos sobre a análise do crescimento é considerada como parte da fisiologia vegetal com intuito de avaliar os índices de crescimento das plantas através da utilização de fórmulas matemáticas, sendo muito deles relacionados com a atividade fotossintética (BENINCASA, 2003). Com isso esta ferramenta é de vital importância para compreender os processos fisiológicos da planta e sua influência

sobre o crescimento, quando submetida a um fator externo estressante, a exemplo dos herbicidas.

Os estudos realizados sobre a análise de crescimento de plantas, podem acompanhar o desenvolvimento das plantas como um todo, a distribuição de biomassa entre os diferentes órgãos da planta em intervalos regulares de tempos, constituindo assim uma ferramenta de análise importante. (MARCELIS, 1993. BENINCASA, 2003; PEIXOTO & PEIXOTO, 2009)

O fundamento da análise de crescimento é medida pela matéria orgânica da planta de forma sequencial, resultante da atividade fotossintética, sendo feita, normalmente considerando a sua fitomassa ou biomassa seca (MAGALHÃES, 1985). Os estudos sobre a análise de crescimento das plantas é considerado o método acessível, preciso e utilizado com a finalidade de avaliação do crescimento vegetal.

Assim, o presente trabalho objetivou avaliar por meio da análise de crescimento, o efeito de herbicidas no crescimento de mudas pinhão manso (*Jatropha curcas* L.).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em condições de campo na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus Universitário de Gurupi, localizado na região sudoeste do estado do Tocantins, a 280 m de altitude e em clima do tipo Aw, de acordo com classificação climática de Rubel & Kotttek (2010), definido como equatorial e inverno seco, apresentando temperatura média anual de 29,5 °C, e com precipitação média anual de 1.804 mm.

As unidades experimentais foram constituídas de sacos plásticos, com volume de 15 litros. O solo utilizado no enchimento dos sacos plásticos foi coletado na camada arável de 0 a 20 cm na fazenda experimental da Universidade Federal do Tocantins.

As plantas utilizados nos ensaios, foram mudas resultantes de acesso de pinhão-manso, cujas as sementes foram coletadas na área experimental localizada, no município de Pedro Afonso – TO. As mudas foram transplantadas para os sacos plásticos com dois meses de idade, os quais receberam adubação com a formulação 5-25-15 de N-P-K (40 g/unidade experimental).

O solo utilizado nos vasos apresentou 715; 50 e 235 g.kg⁻¹, respectivamente de areia, silte e argila. O resultado da análise química mostra um pH em CaCl₂ de 5,6; teor de matéria orgânica de 2,5 dag.kg⁻¹; CTC de 7,13 e P de 0,70 mg.dm⁻³; valores de 0,33, 3,1, 1,5 e 0,00 cmol_c.dm⁻³ para K, Ca, Mg e Al, respectivamente; e saturação por bases de 69%.

O delineamento adotado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial (9 x 5) + 1, sendo 9 herbicidas, 5 épocas de avaliação e 1 testemunha, todos replicados cinco vezes. Na tabela 1, está a descrição dos tratamentos utilizados no experimento.

Os tratamentos foram aplicados no dia 20 de junho de 2014, sete dias após o transplante (DAT), utilizando-se pulverizador costal de precisão, pressurizado à CO₂ e calibrado para aplicar volume de calda de 150 L ha⁻¹, equipado com barra de dois bicos de jato plano, série XR 110-02, espaçados 0,5 m, operando a 250 kPa.

Foram determinadas no momento da aplicação, as médias de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento foram de 24,3 °C, 73,3% e 0,7 m s⁻¹, respectivamente.

Tabela 1. Tratamentos e as respectivas quantidades de ingrediente ativo e produto comercial por hectare.

Herbicida	Mecanismo de Ação	Dose aplicada g i.a.*	Dose aplicada ha ⁻¹ p.c.*
Testemunha	---	---	---
Oxifluorfem	Prottox	240	1,0 L
Flumioxazina	Prottox	25	50 g
S-Metolacloro	Divisão celular	1920	2,0 L
Carfentrazona	Prottox	32	0,08 L
Tembotriona	Síntese do Caroteno	100	0,240 L
Bentazona	Fotosistema II	1200	2,0 L
Metribuzin	Fotosistema II	480	1,0 L
Flumioxazina+Oxifluorfem		25 + 240	50 g + 1,0 L
Carfentrazona+S-Metolacloro		32 + 1920	0,08 + 2,0 L

A estimativa de área foliar (cm²) foi realizada aos 15, 30, 45, 60 e 75 DAA, utilizando a fórmula $AF=0,84[CxL]^{0,99}$, proposta por Severino et al. (2007), em que: C = comprimento da região central do limbo foliar e L = largura da região mais extensa do limbo foliar.

Durante os períodos de condução do ensaio o material vegetal foi retirado das unidades experimentais, lavadas, escorridas, sendo separadas as folhas, caule e raiz e acondicionados em sacos de papel, e colocados em estufa com circulação de ar forçada a temperatura de 65 °C, por 96 horas até atingir peso constante, para após determinação da biomassa seca das folhas (MSF), caule (MSC), das raízes (MSR) e biomassa seca total (MST), determinada em gramas por meio da utilização de balança eletrônica de precisão.

A determinação dos valores da taxa de assimilação líquida, taxa de crescimento relativo e taxa de crescimento absoluto foram usados as seguintes fórmulas:

$$TAL = \frac{P2 - P1}{T2 - T1} \times \frac{\ln A2 - \ln A1}{A2 - A1}$$

$$TCR = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1}$$

$$TCA = \frac{P_2 - P_1}{T_2 - T_1}$$

Sendo:

P_1 e P_2 = pesos de biomassa seca de duas amostras sucessivas (g); T_2 e T_1 = períodos avaliados (dias); \ln = logaritmo neperiano e A_1 e A_2 = áreas foliares de duas amostras sucessivas.

Com os dados obtidos da área foliar e massa seca de folhas e total foram calculados: área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF), razão peso de folha (RPF):

$$AFE = \frac{Af}{Pf}$$

$$RAF = \frac{Af}{Pp}$$

$$RPF = \frac{Pf}{Pp}$$

Sendo: Af = área foliar (cm²); Pf = peso da folha (g); Pp = peso de toda a planta (g)

Para todas essas características analisadas foram consideradas as médias de quatro repetições.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F para verificar possíveis diferenças. Aplicou-se o teste Scott-Knott, a ($p < 0,05$) de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa Sisvar (FERREIRA, 2000). Submetidas a análise de regressão utilizando o software Sigmaplot[®] 10.0, e o modelo de regressão foi escolhido baseado na significância dos coeficientes da equação de regressão e de determinação a 1 e 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados para a área foliar das plantas de pinhão manso, todos os tratamentos se ajustaram a um modelo de regressão polinomial quadrática, com R^2 variando entre 0,90 e 0,99 (Figura 1).

A área foliar de plantas de pinhão manso tratadas com herbicidas aumentaram com o tempo de avaliação, contudo menores valores foram constatados nos tratamentos com os herbicidas flumioxazina. Quando este herbicida foi aplicado em mistura com oxifluorfem, a redução da área foliar foi superior, comparada a testemunha.

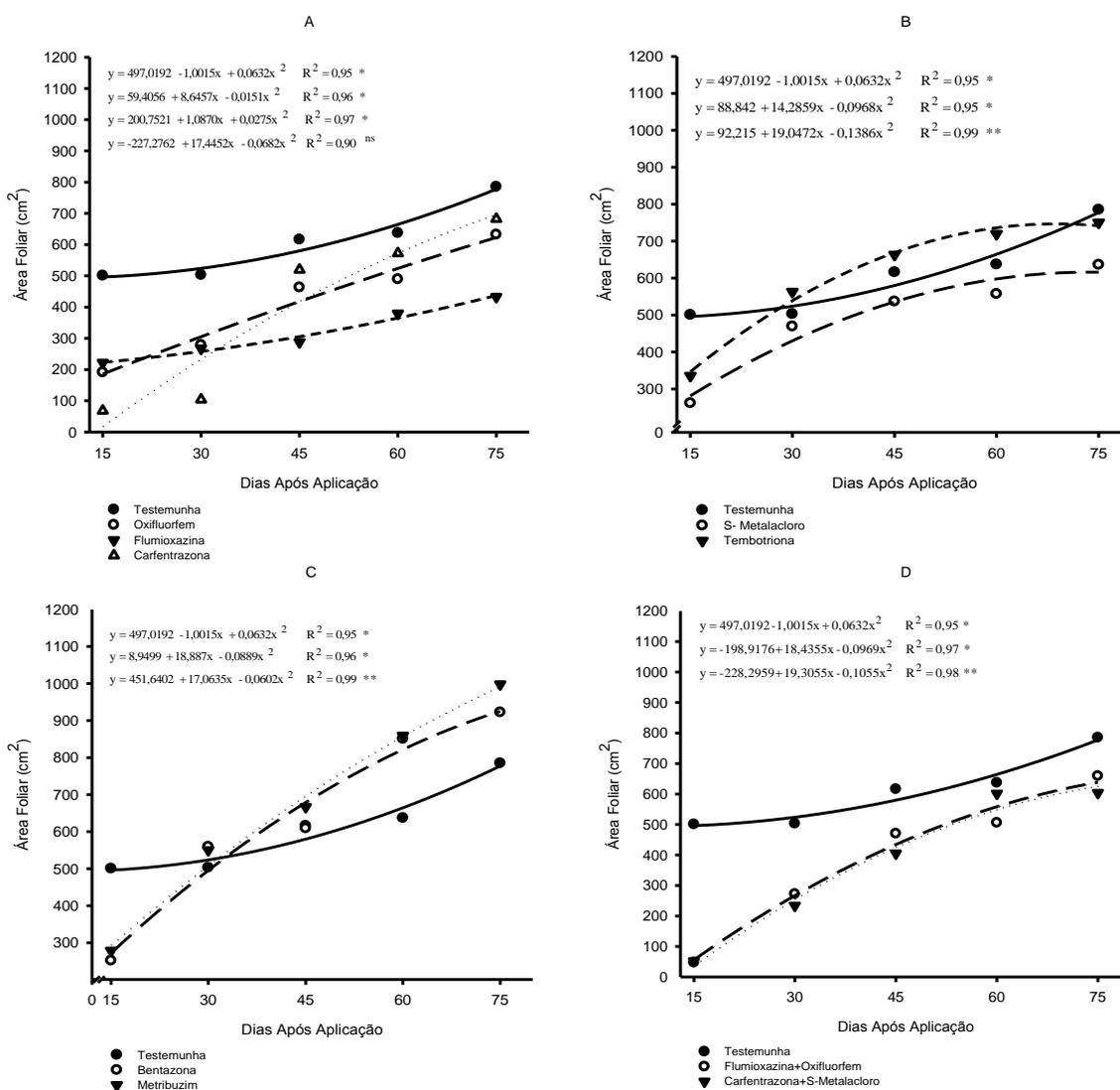


Figura 1. Área foliar (cm^2) de plantas de pinhão manso *Jatropha curcas* L. em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, s-metalacloro, carfentrazona,

tembotriona, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazone+s-metalacloro. Gurupi – TO.

Aos 75 DAA, os tratamentos bentazona e metribuzim, apresentaram valores de 922,39 e 997,95 cm² de área foliar, sendo superiores em 17,47 e 21,32 %, respectivamente, ao valor constatado na testemunha (785, 16 cm²). Neste mesmo período os herbicidas flumioxazina, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazone+s-metalacloro, promoveram reduções na área foliar em: 44,88; 16,04 e 23,04 %, respectivamente, quando comparado a testemunha.

Para Severino et al. (2007) a mensuração da área foliar é importante para se conhecer a capacidade de interceptação fotossintética da planta.

Gonçalves et al. (2009) testando o herbicida oxifluorfem em plantas de pinhão em duas doses 600 e 1200 g ha⁻¹, obteve resultados de área foliar crescente até os 21 DAT, e com redução nas avaliações seguintes. No mesmo trabalho ainda relata que o herbicida pode influenciar a aumento da área foliar de forma diferente quando aplicado via foliar o no solo.

A RAF corresponde ao quociente entre a área foliar e a biomassa seca total da planta, indicando assim a área foliar que está sendo utilizada para produzir uma grama de biomassa seca (BENINCASA, 2003).

Em relação a razão de área foliar em plantas de pinhão tratadas com herbicidas (Figura 2), pode se observar que houve um decréscimo na RAF no período de 30 a 45 DAA. Onde o máxima RAF (29,76 dm² g⁻¹) foi obtida no tratamento carfentrazone no período de 45 DAA, sendo portanto superior 31,28 % em relação ao tratamento testemunha.

Na avaliação realizada aos 75 DAA, todas as plantas tratadas com herbicidas, e aquelas correspondente a testemunha apresentaram valores estabilizados em relação a RAF.

Para a maioria das culturas, a RAF aumenta rapidamente até um máximo no período vegetativo, decrescendo, posteriormente, com o desenvolvimento da cultura. Essa resposta indica que, inicialmente, a maior parte do material fotossintetizado é convertido em folhas, visando a maior captação da radiação solar disponível (PEREIRA & MACHADO, 1987).

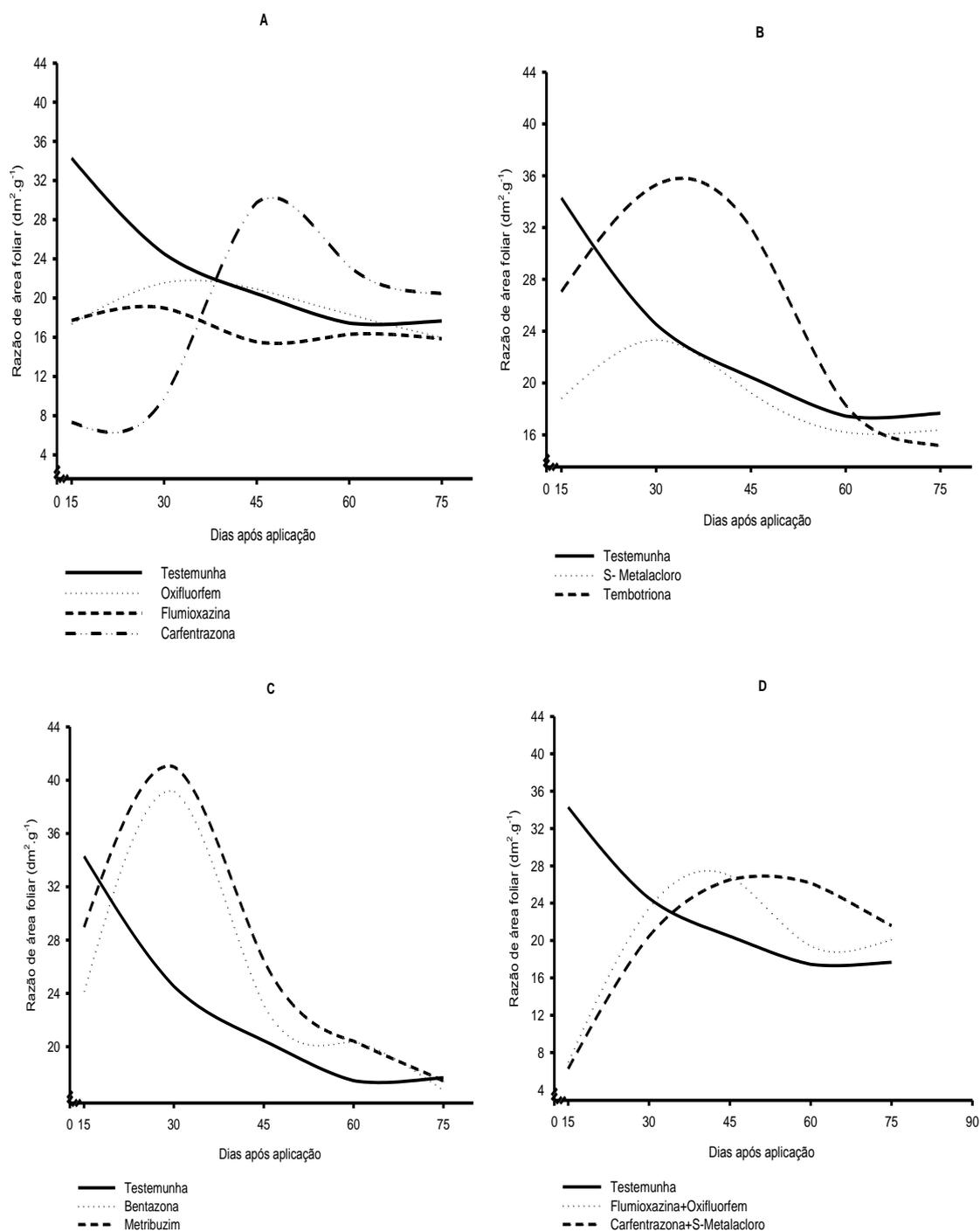


Figura 2. Razão de área foliar ($\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) de plantas de pinhão manso *Jatropha curcas* L. em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, s-metalacloro, carfentrazona, tembotriona, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazona+s-metalacloro. Gurupi – TO.

A variável área foliar específica (AFE) é a relação entre a área foliar e a biomassa seca de folhas, é um componente morfológico e anatômico da RAF, pois relaciona a área foliar com a biomassa seca das folhas (CAIRO et al., 2008).

Verifica-se que a área foliar específica (Figura 3) das plantas tratadas com os herbicidas bentazona e metribuzim, aos 15 DAA apresentaram os maiores valores (191,31 e 104,06 $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$) de AFE, comparado a testemunha. No período de 45 a 60 DAA, o tratamento com herbicida com carfentrazone apresentou (127,55 $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$), correspondendo o maior acréscimo de área foliar específica.

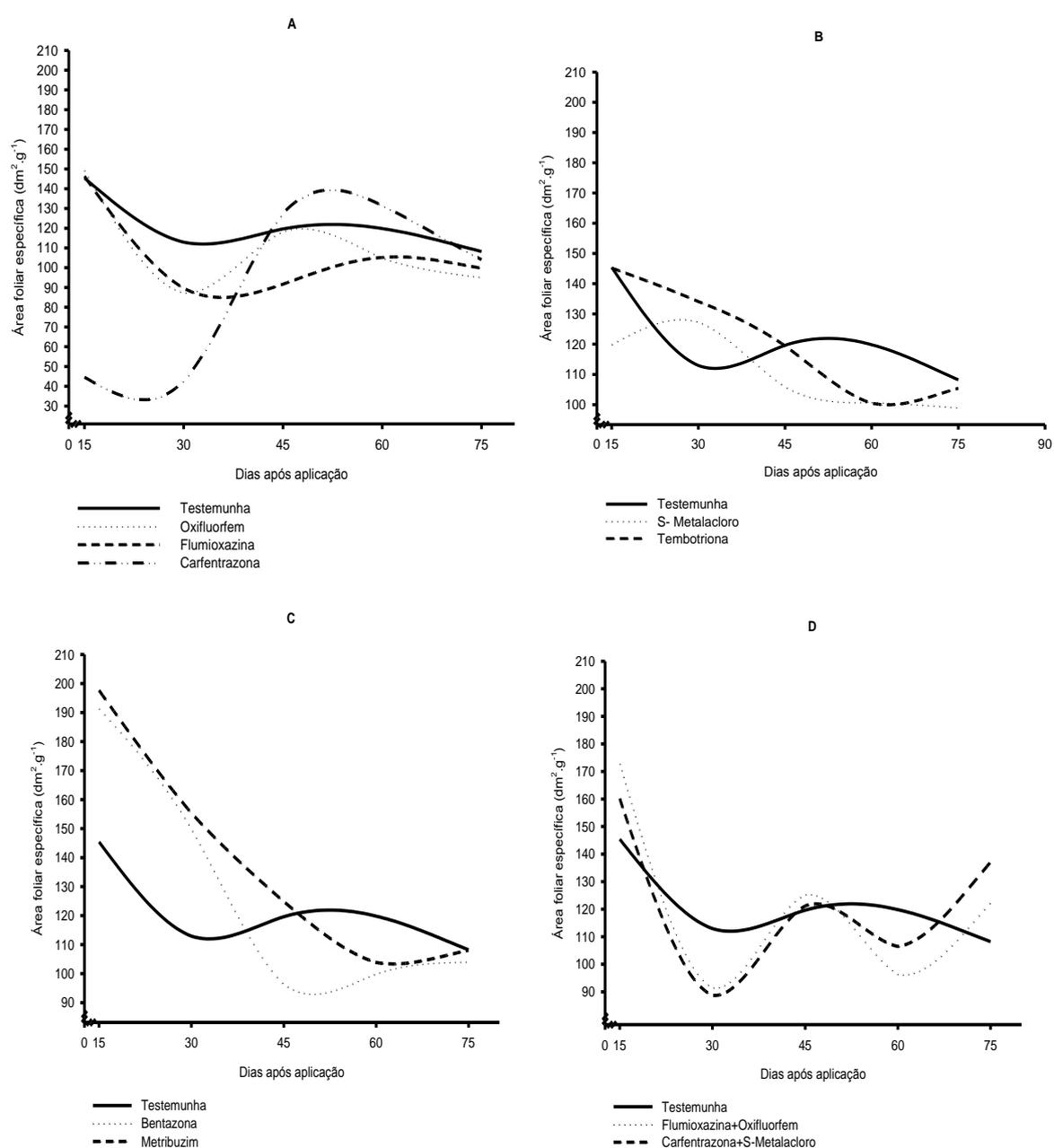


Figura 3. Área foliar específica ($\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) de plantas de pinhão manso *Jatropha curcas* L. em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, s-metalacoloro, carfentrazona, tembotrione, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazona+s-metalacoloro. Gurupi – TO.

Aos 75 DAA, as plantas tratadas com os herbicidas com as misturas de flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazona+s-metalacoloro, apresentaram valores de 122,44 e 137,08 $\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ de área foliar específica, sendo portanto (13,16 e 26,69 %) superiores em comparação a testemunha. Contudo no mesmo período avaliado as plantas tratadas com os outros herbicidas, foram semelhantes à testemunha.

Lima et al. (2007) em trabalho com uma cultivar e um híbrido de mamoeiro, encontrou resultados aos 95 DAE (0,1965 $\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ contra 0,1882 $\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) respectivamente, ressalta ainda que plantas com menor porte (menor área foliar), apresentam menor sombreamento mútuo, e com maior área foliar útil, e assim maior fotossíntese líquida.

Carvalho (2014) observou o crescimento de plantas de eucalipto sob deriva simulada de triclopir e fluroxipir+triclopir, encontrou resultados de AFE até os 45 DAA inferiores a testemunha, período este que compreende a troca de folhas das plantas testadas.

A variável razão peso folha, aos 30 DAA, com exceção das plantas tratadas com oxifluorfem e s-metalacoloro, obtiveram-se os valores médios máximos nos tratamentos em relação a testemunha, correspondendo a 21,18; 20,40 e 21,50 % superior a aquele da testemunha, nos tratamentos tembotriona, bentazona e metribuzim, respectivamente (Figura 4).

Na avaliação aos 75 DAA, as plantas tratadas com o herbicida carfentrazona, apresentou valor de 0,196 $\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ de razão peso folha, sendo portanto maior (20,25 %), na comparação com o valor de 0,163 $\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ da testemunha.

A medida que a planta vai crescendo e envelhecendo, ocorre o decréscimo da razão peso folha (MELGES et al., 1989). Lima et al. (2007) encontraram resultados para plantas de mamoeiro estudadas onde os índices de crescimento decrescem de acordo com a idade da planta, aumentando assim o sombreamento das folhas superiores nas inferiores, diminuindo a área útil fotossintética.

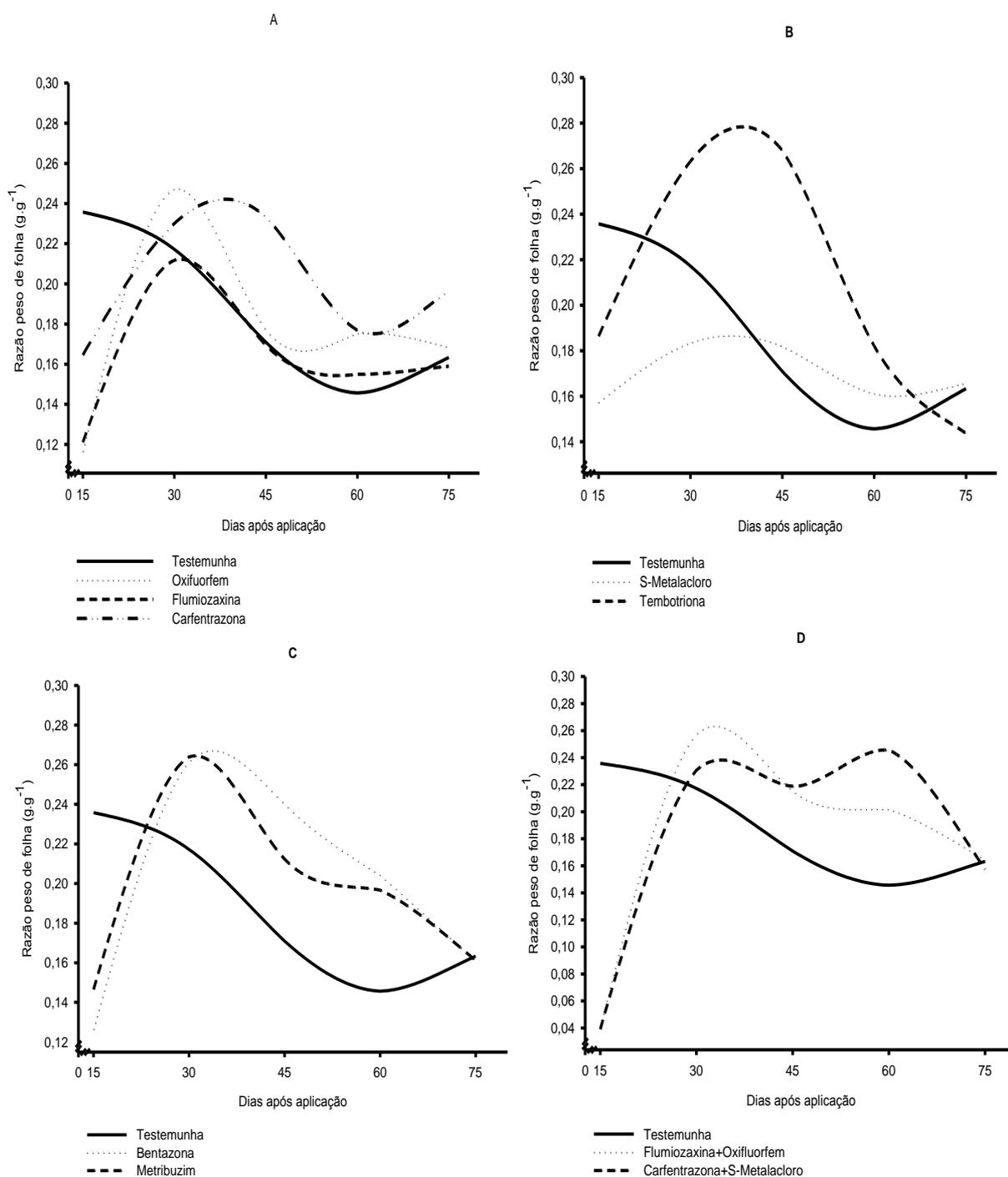


Figura 4. Razão peso de folha (g.g^{-1}) de plantas de pinhão manso *Jatropha curcas* L. em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, s-metalacloro, carfentrazona, tembotriona, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazona+s-metalacloro. Gurupi – TO.

A taxa de crescimento absoluto (TCA) pode ser usada para medir a velocidade média de crescimento ($\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$) das plantas por um determinado período de tempo de observação, entre duas amostragens sucessivas (BENINCASA, 2003).

No período de avaliado de 15-30 DAA, a TCA foi reduzida em todos os tratamentos com a utilização de herbicidas (Figura 5). Verificou-se a maior velocidade de crescimento no período avaliado de 30-45 DAA, nas plantas tratadas com herbicidas oxifluorfem, bentazona e metribuzim ($0,614$; $0,805$ e $0,783 \text{ g}\cdot\text{dia}^{-1}$) respectivamente.

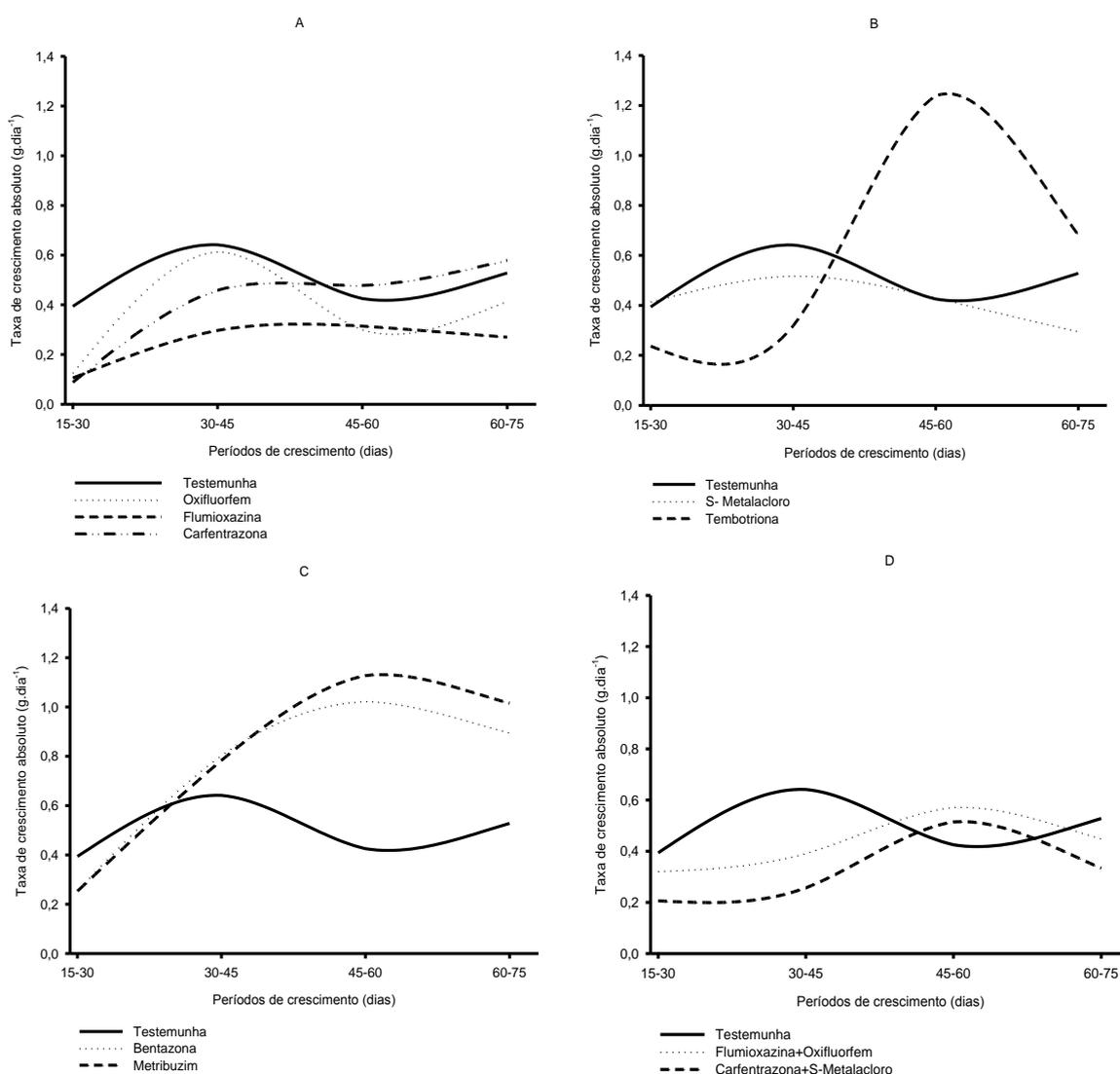


Figura 5. Taxa de crescimento absoluto ($\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$) de plantas de pinhão manso *Jatropha curcas L.* em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, s-metalacloro, carfentrazona, tembotriona, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazona+s-metalacloro. Gurupi – TO.

Para os tratamentos tratados com tembotriona, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazone+s-metalacloro, este período correspondeu a 45-60 DAA, sendo 63,24; 45,81; 59,59; 20,45 e 11,52 %, maior em relação a testemunha.

A taxa de produção de matéria está associada, ao aumento da área foliar e do montante de fotoassimilados produzidos, com destino para o crescimento e desenvolvimento vegetal (LOPES e MAESTRI, 1973).

A taxa de crescimento relativo (TCR) considera o crescimento da planta em intervalo de tempo, levando em consideração os valores preexistentes, portanto uma estimativa da eficiência da planta em acumular biomassa seca.

A TCR é uma variável que expressa o incremento na biomassa seca por um período de tempo ($\text{g.g}^{-1}\text{dia}^{-1}$), por unidade de peso inicial, de acordo com Benincasa (2003) e Reis & Muller (1979).

A TCR nas plantas tratadas com herbicidas, apresentaram os maiores taxas no período compreendido entre os 30-45 DAA, com posterior declínio (Figura 6).

As plantas tratadas com oxifluorfem, bentazona e metribuzim, apresentaram a taxa máxima de TCR de 0,0156; 0,0177 e 0,0182 $\text{g.g}^{-1}\text{dia}^{-1}$, respectivamente no período de 30-45 DAA.

Os tratamentos tembotriona e carfentrazone+s-metalacloro, os valores máximos de TCR foram observados no período de 45-60 DAA, correspondendo a (236,36 e 114,54 %) superiores comparado ao tratamento testemunha.

A TCR nas plantas pode ser detalhado como uma fase inicial de rápido acúmulo de material, seguida de menores taxas de incrementos pela planta. Tais comportamento já foram relatados em literatura, com em Aguiar Neto et al. (2000) e Benincasa, (1998).

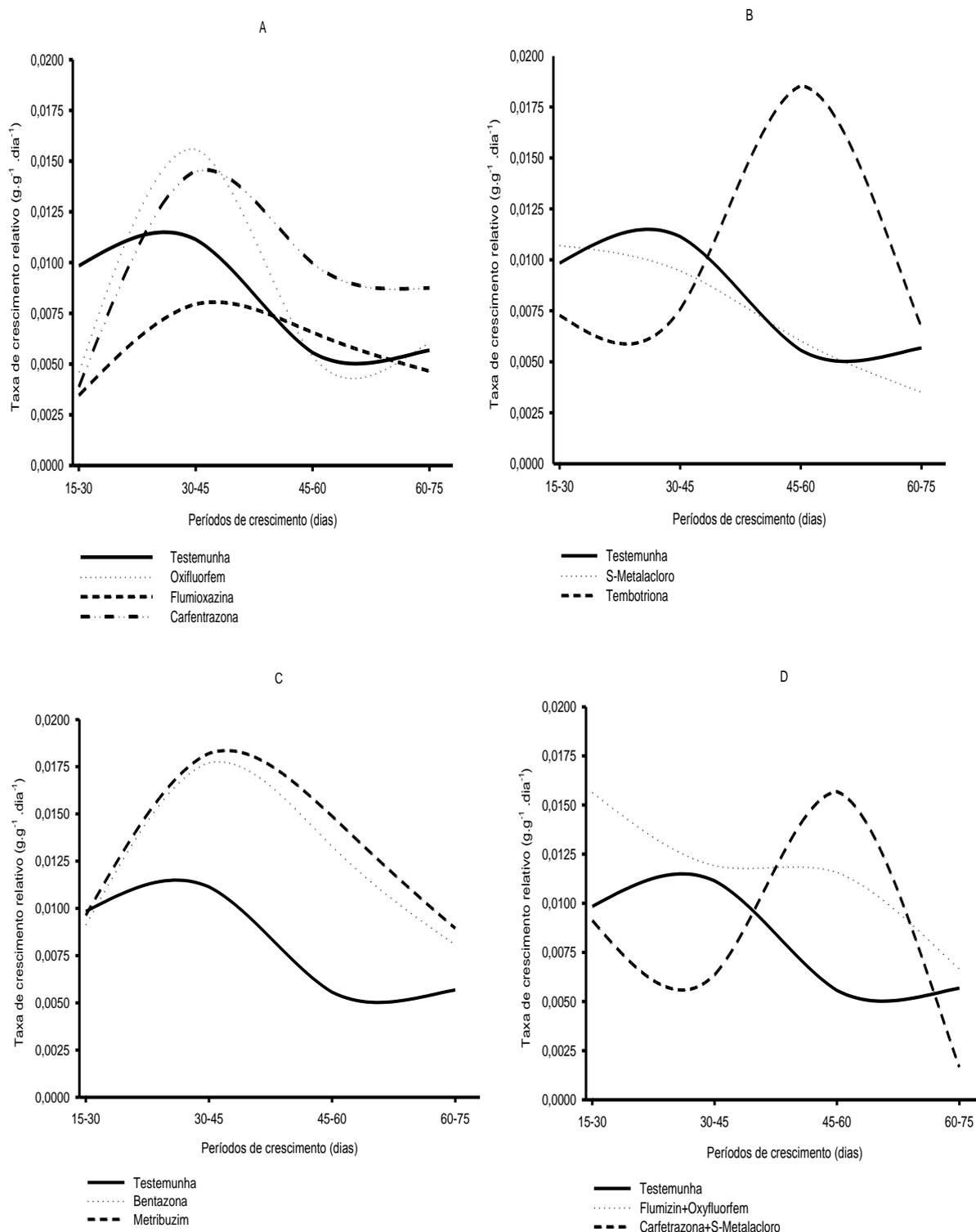


Figura 6. Taxa de crescimento relativo ($\text{g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) de plantas de pinhão manso *Jatropha curcas* L. em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfen, flumioxazina, s-metalacloro, carfentrazona, tembotriona, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfen e carfentrazona+s-metalacloro. Gurupi – TO.

A taxa assimilatória líquida (TAL), é responsável por expressar a taxa de fotossíntese líquida ou biomassa seca produzida por unidade de área foliar por unidade de tempo ($\text{g dm}^{-2} \text{dia}^{-1}$). Sendo assim a TAL resulta do balanço entre a biomassa seca produzida e aquela perdida pela respiração, podendo estes fatores serem expresso de acordo com o potencial genético e em função dos tratamentos (PEIXOTO, et al., 2002; CRUZ, 2007).

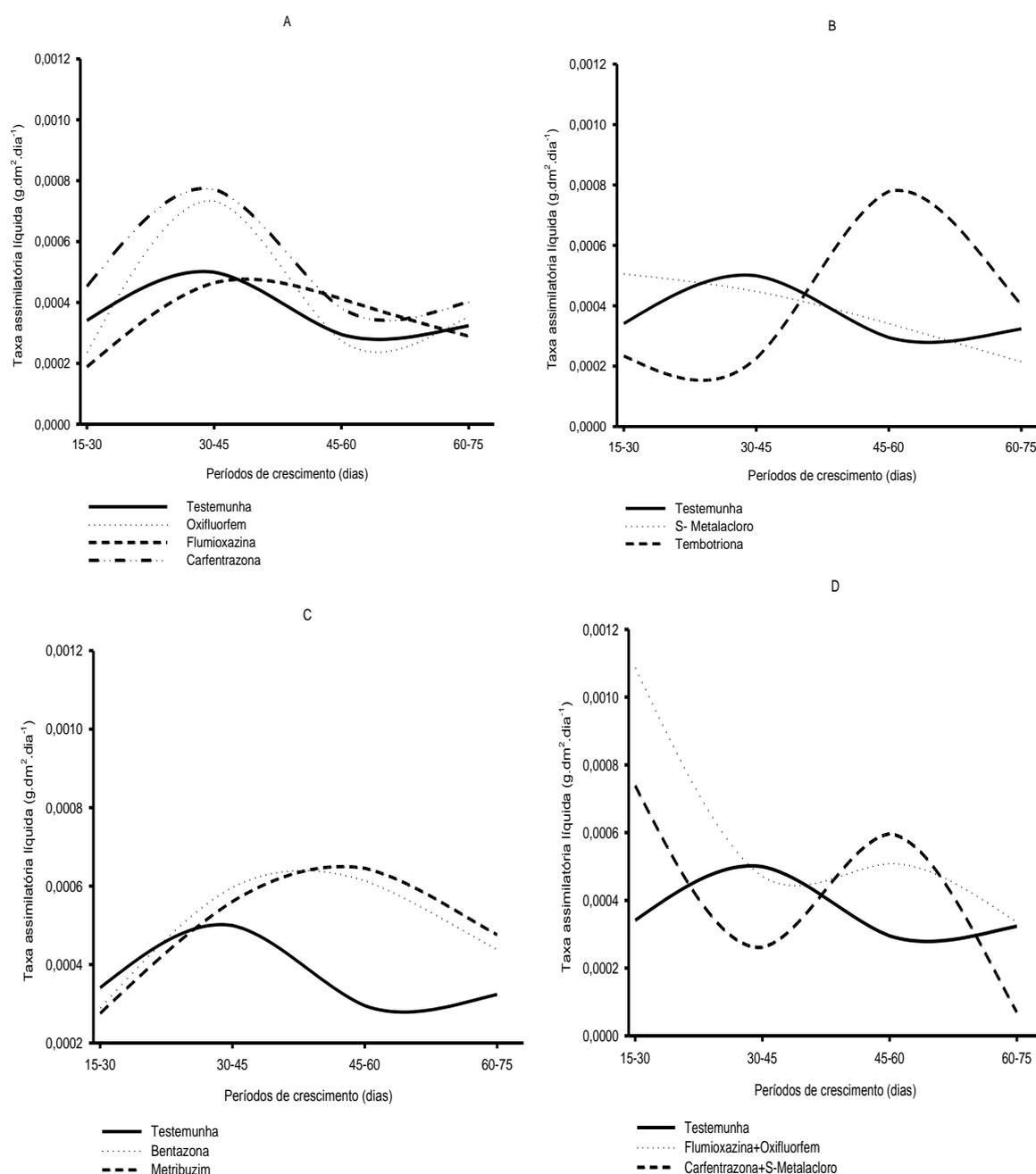


Figura 7. Taxa assimilatória líquida ($\text{g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) de plantas de pinhão manso *Jatropha curcas* L. em função do tempo, em resposta a aplicação dos herbicidas oxifluorfem, flumioxazina, s-metalacloro,

carfentrazone, tembotriona, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazone+s-metalacoloro. Gurupi – TO.

Os valores máximos de TAL ($0,00073$ e $0,00077 \text{ g.dm}^2.\text{dia}^{-1}$) corresponderam aos tratamentos oxifluorfem e carfentrazone, respectivamente, no período de 30-45 DAA, após do qual a um decréscimo. (Figura 7). As plantas tratadas com os herbicidas tembotriona, bentazona, metribuzim, flumioxazina+oxifluorfem e carfentrazone+s-metalacoloro, apresentaram os maiores acréscimo na TAL ($0,00077$, $0,00061$, $0,00064$, $0,00051$ e $0,00045 \text{ g.dm}^2.\text{dia}^{-1}$), respectivamente, no período avaliado de 45-60 DAA, os valores foram 55,17; 75,86; 120,68; 110,34 e 165,51 %, respectivamente, superiores em relação aos encontrados no tratamento testemunha.

A TAL depende da dimensão da área foliar, distribuição das folhas no dossel, ângulo foliar, translocação e partição de assimilados (AUMONDE et al., 2011). A taxa assimilatória líquida é a representação do balanço entre o material produzido pela planta durante a fotossíntese e aquele perdido pela respiração (PEREIRA & MACHADO, 1987).

4. CONCLUSÕES

Os tratamentos que apresentaram os menores valores de área foliar, foram os com os herbicidas flumioxazina e s-metalacloro, em todos os períodos de avaliação.

Os tratamentos que mostraram os maiores valores de área foliar, foram bentazona e metribuzim a partir dos 45 DAA.

Os tratamentos flumioxazina, s-metalacloro, foram os que mais reduziram as taxas de crescimento absoluto, em todos os períodos avaliados.

O tratamento com flumioxazina+oxifluorfem obteve os melhores valores de taxa crescimento absoluto.

Os tratamentos com bentazona e metribuzim foram os que menos afetaram o desenvolvimento das taxas de crescimento absoluto e relativo.

Todos tratamentos tiveram comportamento semelhante para a taxa assimilatória líquida, a partir dos 30-45 DAA.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR NETTO, A. O.; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S. Z. Análise de crescimento na cultura da batata submetida a diferentes laminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 5, p. 901-907, 2000.

AUMONDE, T. Z.; LOPES, N. F.; MORAES, D. M.; PEIL, R. M. N.; PEDÓ, T. Análise de crescimento do híbrido de mini melancia Smile[®] enxertada e não enxertada. **Interciencia**, Caracas, v. 36, n. 9, p. 677-681, 2011.

ARRUDA, F. P. et al. Cultivo do pinhão-manso (*Jatropha curcas L.*) como alternativa para o semi-árido nordestino. **R. Bras. Oleag. Fibrosas**, v. 8, n. 1, p. 789-799, 2004.

BARCELOS, M. D.; GARCIA, A.; MARCIEL JUNIOR, V. A. Análise de crescimento da cultura da batata submetida ao parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura, em um Latossolo vermelho-amarelo. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 21-27, jan./fev., 2007.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de Crescimento de Plantas (noções básicas)**. 2^a. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.

CAIRO, P. A. R.; OLIVEIRA, L. E. M.; MESQUITA, A. C. **Análise de crescimento de plantas**. Vitória da Conquista: UESB, 2008, 72p.

CARVALHO, G.P. Deriva simulada de triclopyr e fluroxipyr+triclopyr no crescimento inicial de plantas de *Eucalyptus urograndis*. **Dissertação** (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Tocantins, 2014. 78 p.

CRUZ, T. V. **Crescimento e produtividade de cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura no Oeste da Bahia**. 2007. 99p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. Universidade Federal da Bahia.

ERASMO, E. A. L.; COSTA, N.V.; TERRA, M.A.; FIDELES, R.R. Tolerância inicial de plantas de pinhão-manso a herbicidas aplicados em pré e pós emergência. **Planta Daninha**, v. 27, n. 3, p. 571-580, 2009.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0 In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45. São Carlos, **Programa e resumos...** São Carlos: UFSCar, Julho de 2000, p.255-258.

GONÇALVES, K.S., SÃO JOSÉ, A.R. e VELINI, E.D. Seletividade do oxyfluorfen para a cultura do pinhão-manso. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 27, p. 1111-1116, 2009. Número Especial

LIMA, J. F.; PEIXOTO. C. P.; LEDO, C. A da S. Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (*Carica papaya L.*) em casa de vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 31, n. 5, p.1358-1363, 2007.

LOPES, N. F.; MAESTRI, M. Análise de crescimento e conversão de energia solar em milho (*Zea mays L.*) em Viçosa, Minas Gerais. **R. Ceres**, v. 20, n. 109, p. 189-201, 1973.

MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M. G. Fisiologia Vegetal. São Paulo, EPU, v.1, p. 363-375, 1985.

MELGES, E.; LOPES, N. F.; OLIVA, M. A. Crescimento e conversão de energia solar em soja cultivada sob quatro níveis de radiação solar. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.24, n.9, p.1065-1072, 1989.

MARCELIS, L. F. M. Simulation of biomass allocation in greenhouse crops: a review. **Acta Hortic.**, v. 328, n. 1, p. 49-68, 1993.

PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de vegetais**. Campinas: Instituto Agronômico, 1987. 33 p. (Boletim técnico, 114).

PEIXOTO, C. P.; CAMARA, G. M. S.; MARTINS, M. C.; MARCHIORI, L. F. S. Efeitos de épocas de semeadura e densidade de plantas sobre o rendimento de cultivares de soja no estado de São Paulo. **Revista de Agricultura**. Piracicaba. v. 77, n. 2, 550 p. set. 2002.

PEIXOTO, C. P.; PEIXOTO, M. de F. da S. P. Dinâmica do crescimento vegetal. In: CARVALHO, C. A. L. de; DANTAS, A. C. V. L.; PEREIRA, F. A. de C.; SOARES, A. C. F.; MELO FILHO, J. F. de; OLIVEIRA, G. J. C. de. **Tópicos em ciências Agrárias**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2009. p.39-53.

PITELLI, R. A. Competição e controle de plantas daninhas em áreas agrícolas. **IPEF**, v.4, n.12, p.25-35, 1987.

REIS, G. G.; MULLER, M. W. **Análise de crescimento de plantas mensuração do crescimento**. Belém:CPATU, 1979. 37p.

SEVERINO, L. V.; VALE, L.S.; BELTRÃO, N.E A simple method for measurement of *Jatropha curcas* leaf area. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.11, n.1, p.9-14, jan./abr. 2007.