



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GURUPI
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL

PATRICCIA DA CRUZ RAMOS

CRESCIMENTO VEGETATIVO DE PLANTAS DE PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas L.*) SOB DIFERENTES TIPOS DE REGULADORES DE CRESCIMENTO EM GURUPI-TO.

ORIENTADOR: Dr. Eduardo Andrea Lemus Erasmo

CO-ORIENTADORA: Dr^a. Susana Cristine Siebeneichler

GURUPI – TO
AGOSTO/2011



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GURUPI
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL

CRESCIMENTO VEGETATIVO DE PLANTAS DE PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas L.*) SOB DIFERENTES TIPOS DE REGULADORES DE CRESCIMENTO EM GURUPI-TO.

Dissertação apresentada na UFT no dia 31 de agosto de 2011, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal na área de concentração Fitotecnia.

GURUPI-TO
AGOSTO/2011

Trabalho realizado junto ao Programa de Mestrado em Produção Vegetal da Universidade Federal do Tocantins, sob orientação do Professor Dr. Eduardo Andrea Lemus Erasmo, com apoio financeiro Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Banca examinadora:

Eduardo Andrea Lemus Erasmo, Dr.

Professor da Universidade Federal do Tocantins
(Orientador)

Susana Cristine Siebeneichler, Dra.

Professor da Universidade Federal do Tocantins
(Co-Orientadora)

Aloísio Freitas Chagas Junior, Dr.

Professor da Universidade Federal do Tocantins
(Examinador)

José Iran Cardoso da Silva, Dr.

Bolsista PNPd/Capes/UFT
(Examinador)

“A Fé e a Razão são como as duas asas que nos levam a contemplar a verdade” (Papa João Paulo II).

À minha família, meus pais Paulo
Barbosa Ramos e Elzanira Alves da Cruz
Ramos meu irmão Paulo Junnior e meu
filho Paulo Henrique Ramos Richter

Dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Deus por me conceder a oportunidade de realizar meus estudos,

Aos meus pais que me transmitiram a vida, que me apoiaram e me incentivaram em meus estudos, e também, com seu exemplo de vida muito me ensinaram sobre o trabalho e a perseverança.

Ao meu irmão e meu filho que sempre demonstraram muito carinho, e contribuíram para me tornar uma pessoa melhor.

À UFT, Campus de Gurupi, ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, pela possibilidade de realização do curso.

Ao professor Dr. Eduardo Andrea Lemus Erasmo que não mediu esforços para me orientar durante todo o curso de mestrado, sendo paciente e compreensivo em minhas dificuldades, transmitindo conhecimento técnico e experiência com notável inteligência e grande domínio do conhecimento científico.

A professora e eterna amiga Dr. Susana Cristine Siebeneichler pela contribuição do conhecimento científico transmitido através da co-orientação, em especial, pelos valiosos conhecimentos de Fisiologia Vegetal. Pelo apoio e incentivo dado durante todo o período de curso. Por disponibilizar o laboratório de Ecofisiologia Vegetal para realização de atividades do experimento.

A todas os colegas do grupo de pesquisa de plantas daninhas e pinhão manso, principalmente ao meu amigo Thomas Vieira.

Meus agradecimentos a CAPES pela bolsa concedida.

Agradeço enfim a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para conclusão deste.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELA.....	8
LISTA DE FIGURA.....	9
RESUMO	10
ABSTRACT	11
Capítulo I - Ação de reguladores de crescimento em pinhão manso (<i>Jatropha curcas L.</i>).....	13
Aspectos reprodutivos do pinhão manso	13
Hormônios e reguladores de crescimento vegetal	15
Auxinas.....	17
Giberelinas.....	19
Citocininas	20
Etileno.....	22
Ácido Abscísico.....	24
Reguladores de crescimento na cultura do pinhão Manso	25
Referência bibliográfica	26
Capítulo II - Ação de reguladores vegetais no crescimento vegetativo de pinhão manso (<i>Jatropha curcas L.</i>) no município de Gurupi-TO.....	31
RESUMO	31
ABSTRACT	32
Introdução.....	32
Material e Métodos.....	34
Resultados e Discussão.....	36
Referência bibliográfica	46

LISTA DE TABELA

CAPITULO II

Tabela 1. Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento.	35
Tabela 2. Tratamentos utilizados no experimento. Gurupi - TO, 2011.	36
Tabela 3. Altura de plantas (AP), número de ramos primários (NRP) e número de ramos secundários (NRS) de pinhão manso, 90 dias após da aplicação de reguladores de crescimento. Gurupi - TO, 2010	37
Tabela 4. Incremento na altura de plantas de pinhão manso em função da aplicação de reguladores de crescimento, no intervalo de tempo compreendido entre o dia da aplicação e 90 dias após desta. Gurupi - TO, 2010	37
Tabela 5. Incremento no diâmetro de ramos primários de plantas de pinhão manso em função da aplicação de reguladores de crescimento, no intervalo de tempo compreendido entre o dia da aplicação e 90 dias após desta. Gurupi - TO, 2010	38
Tabela 6. Número de folhas (NF), massa seca de folhas (MSF) e massa seca de ramos (MSR), de pinhão manso, 90 dias após da aplicação de reguladores de crescimento. Gurupi - TO, 2010	39
Tabela 7. Área foliar (cm ²) de plantas de pinhão manso (<i>Jatropha curcas</i> L.) aos 90 dias após a aplicação de reguladores de crescimento. Gurupi- TO. 2010.	40
Tabela 8. Relação entre o número de flores masculinas e femininas por planta de pinhão manso, em resposta à aplicação de reguladores de crescimento. Gurupi, TO, 2010	43

LISTA DE FIGURA

CAPITULO I

Figura 1 – 1a Flor masculina; 1b Flor feminina; 1c flor hermafrodita..... **14**

CAPITULO II

Figura 1. Número médio de Inflorescências por planta de pinhão manso (*Jatropha curcas*), no período de 60 dias após a aplicação de reguladores de crescimento. Gurupi, TO, 2010..... **41**

Figura 2. Número médio de flores masculinas por plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas*), no período de 60 dias após a aplicação de reguladores de crescimento. Gurupi, TO, 2010..... **42**

Figura 3. Número médio de flores femininas por plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas*) , no período de 60 dias após a aplicação de reguladores de crescimento. Gurupi, TO, 2010..... **42**

RESUMO

Entre as culturas mais promissoras para a produção de biocombustíveis destaca-se o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), despertando interesse de pesquisadores. Devido às suas potencialidades, a cultura apresenta alta produtividade por área a partir do quarto ano e o óleo é considerado como excelente para a produção de biodiesel. O pinhão-manso pertence à família Euforbiáceas, a mesma da mamona e da mandioca. É uma cultura perene, rústica e adaptada às mais diversas condições edafoclimáticas. Além disso, a cultura apresenta importância socioeconômica por ser facilmente produzida na agricultura familiar, devido à grande necessidade de mão-de-obra.

Durante o desenvolvimento da cultura do pinhão manso nota-se a contínua frutificação ao longo do ciclo produtivo, o que implica em maturação desuniforme de frutos. Encontram-se num mesmo ramo frutos verdes, marrons e secos, o que dificulta a operação de colheita e beneficiamento. Neste sentido, o conhecimento da dinâmica hormonal e quais reações são induzidas pela aplicação dos reguladores de crescimento é imprescindível para uma futura recomendação de manejo para uniformização da maturação dos frutos. Os reguladores de crescimento vegetais, no entanto, podem ser utilizados para vários outros objetivos, entre eles a aplicação em fases iniciais da cultura, para melhorar a germinação, a emergência e o desenvolvimento inicial das plantas uma vez que no desenvolvimento inicial da lavoura, diversos fatores podem influenciar negativamente seu desempenho, como desuniformidade de germinação, crescimento lento e insuficiente desenvolvimento do sistema radicular.

No capítulo I descreve-se a fisiologia do pinhão manso, bem como o uso dos reguladores de crescimento e o balanço hormonal no processo reprodutivo e vegetativo das plantas, dando-se destaque aos trabalhos realizados com a cultura do pinhão manso. No capítulo II descreve-se a ação de seis reguladores de crescimento vegetal na produção vegetativa da cultura do pinhão manso. O ensaio foi desenvolvido em delineamento experimental inteiramente casualizado, em um esquema fatorial de (7 x 2), com quatro repetições, correspondendo a duas doses de reguladores de crescimento e 6 reguladores de crescimento e 1 Testemunha (sem aplicação de regulador). O regulador de crescimento Stimulate aplicado na menor dose estimulou o florescimento mais precoce e a maior produção de inflorescências. Todos os reguladores de crescimento reduziram a proporção de flores masculinas e flores femininas. Os reguladores ProGibb

e Etefon foram os que apresentaram a menor produção de inflorescência quando comparados aos outros reguladores.

Palavras-chave: *Jatropha curcas* L.; Reguladores de Crescimento; Balanço hormonal

ABSTRACT

Among the most promising crops for producing biofuels stands out *Jatropha curcas* L. which has attracted interest from researchers. Due to the potentialities of the species the culture has high productivity per area from the fourth year and the oil is considered excellent for the production of biodiesel. *Jatropha curcas* L belongs to the Euphorbia family, the same as castor beans and cassava. It is a perennial crop, rustic and adapted to diverse soil and climatic conditions. In addition, culture has socioeconomic importance, because it is easily produced on family farms, because of the great need for manpower. During the development of the culture of *Jatropha* it is possible to observe the continuous fruiting throughout the production cycle, which results in uneven ripening of fruit. On the same branch green, brown and dry fruit can be found, which makes difficult the operation of harvesting and processing. In this sense the knowledge of the dynamics and hormonal responses which are induced by application of growth regulators is essential for a future recommendation to standardize management of *Jatropha* fruit. The plant growth regulators, however, can be used for many other purposes, including the application in the early stages of culture, to improve germination, emergence and early growth of the plants since in the early development of agriculture, several factors may affect negatively the development, such as uneven germination, slow growth and poor root development.

In Chapter I it is reported the physiology of *Jatropha*, as well as the use of growth regulators and the hormonal balance in the reproductive process of plants and vegetation, making it stand out on work done with the culture of *Jatropha curcas*.

In Chapter II describes the action of six plant growth regulators on vegetative growth of the culture of *Jatropha*. The test was developed in a completely randomized in a factorial scheme (7 x2) with four replications, corresponding to two doses of growth regulators and six growth regulators and a control (with out application of the regulator). The growth regulator Stimulate the lowest rate was stimulated flowering earlier and greater production of flowers. All growth

regulators reduced the proportion of male flowers and female flowers. Regulators ProGibb and Ethephon were those with the lowest number of inflorescences when compared to other regulators.

Key Words: *Jatropha curcas* L.; Growth Regulators; Hormonal balance.

AÇÃO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO EM PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.).

Patricia da Cruz Ramos¹ Eduardo Andrea Lemus Erasmo².

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

Aspectos reprodutivos do pinhão manso

A *Jatropha curcas* L. é uma planta caducifólia cujas folhas permanecem funcionais por um período de tempo estimado em cinco meses. Uma folha é considerada fisiologicamente funcional, ou fonte, quando é capaz de produzir metabólitos para suas necessidades e exportar o excedente para os pontos de crescimento. De acordo com Morais (2010) quando perde a funcionalidade a folha torna-se dreno e passa a receber fotoassimilados de outras partes da planta o que gera consequências negativas para o metabolismo geral. Quando cultivado em condições naturais o pinhão-manso começa a perder folhas não funcionais a partir do início do período seco, época em que há acentuada redução na umidade do ar e do solo, alterando o perfil hormonal da planta e disparando os processos de senescência e de abscisão foliar. Durante a senescência outro evento fundamental para o vigor da planta é a transferência de reservas para as estruturas do caule e galhos. Essas reservas são o produto da mobilização dos constituintes celulares das folhas, após hidrólise enzimática e são cruciais para o próximo ciclo produtivo (MORAIS, 2010).

Em zonas equatoriais, o pinhão manso floresce duas vezes por ano, enquanto que no Brasil a planta floresce uma vez por ano em condições naturais de plantio, distribuindo sua produção entre janeiro e julho. Após esse período, a planta entra em repouso vegetativo até o início das chuvas (VEDANA, 2008).

A planta é caracterizada como monoica, com flores unissexuais e produzidas na mesma inflorescência, ocorrendo ocasionalmente flores hermafroditas (Figura 1c). As flores femininas (Figura 1 b) apresentam ovário com três carpelos, cada um com um lóculo, que produz um óvulo com três estigmas bifurcados separados que se localizam nas ramificações. As flores masculinas (Figura 1 a) apresentam-se em maior número e estão dispostas nas pontas das ramificações (DEHGAN e WEBSTER, 1979).



Figura 1 – 1a Flor masculina; 1b Flor feminina; 1c flor hermafrodita.

Fonte: Bang-Zhen e Zeng-Fu (2010).

As inflorescências do pinhão manso surgem junto com as folhas novas. A inflorescência é uma cimiera definida. As flores são amarelo-esverdeadas, monoicas, unissexuais e produzidas na mesma inflorescência. As flores masculinas são mais numerosas que as femininas e situadas nas pontas das ramificações. Assim que a primeira inflorescência começa a crescer, desenvolvem-se duas inflorescências cimeiras secundárias. As flores femininas abrem-se em dias diferentes forçando a polinização cruzada; os estigmas tornam-se receptíveis depois que a flor se abre e permanecem assim por três dias; as flores não polinizadas caem no quarto dia. A proporção é de 1-5 flores femininas para 25-93 flores masculinas, numa razão média de 29 masculinas para cada flor feminina. (SATURNINO et al., 2005). Pereira et al. (2011) analisando as inflorescências de diferentes plantas de pinhão manso nas condições de Gurupi, estado do Tocantins, verificaram que o número total de flores masculinas presentes em uma inflorescência foi sempre superior conferindo uma razão média de 18 flores masculinas para cada flor feminina. Essa relação pode ser uma estratégia da cultura para atrair os insetos polinizadores, uma vez que esses fazem mais visitas às flores masculinas do que às femininas (SOLOMON e EZRADANAM, 2002).

No pinhão manso, apesar de ser possível realizar a autofecundação e ocorrer o desenvolvimento de frutos por geitonogamia, deve-se ressaltar que prevalece a formação de frutos por xenogamia, uma vez que não há um sincronismo na abertura de flores femininas e masculinas na mesma inflorescência (JUHÁSZ et al., 2009).

A polinização no pinhão manso é entomófila e seus polinizadores são principalmente formigas, abelhas, moscas e tripses (SOLOMOM e EZRADANAM, 2002).

A produção de sementes do pinhão-mansão inicia-se por volta do décimo mês após o plantio, no entanto a produção só atinge a plenitude por volta do terceiro ou quarto ano (ARRUDA et al., 2004).

A quantidade de inflorescências que a planta poderá emitir durante o ciclo depende de condições edafoclimáticas adequadas a cada espécie como também as características inerentes da própria planta. De acordo com Juhasz et al. (2009), o florescimento é um dos principais estágios fenológicos para a produção de óleo de *Jatropha curcas*, uma vez que o número de flores femininas e sua fecundação determinam quantos frutos e sementes serão desenvolvidos.

Embora o pinhão manso seja uma planta rústica e resistente à seca, sabe-se que as condições edafoclimáticas agem diretamente sobre o metabolismo das plantas e em condições ideais ou propícias, as plantas apresentam melhor desempenho.

A água é um fator limitante para a produtividade do pinhão manso, Drumont et al. (2008) na região de Petrolina – PE, utilizando plantas com e sem irrigação verificaram que a produtividade média de sementes em plantas irrigadas foi 3,5 vezes maior do que aquela obtida apenas com o regime normal de chuva.

Hormônios e reguladores de crescimento vegetal

O desenvolvimento e o crescimento das plantas são regulados por fatores endógenos e externos. Os fatores endógenos são ativos não somente a nível celular e molecular, afetando os processos metabólicos via transcrição e tradução, mas também têm a função de coordenação do organismo como um todo, realizada por meio dos hormônios vegetais. A importância ecológica dos hormônios vegetais está em sua função de substância transdutora; seguindo a percepção dos estímulos ambientais, todas as partes da planta são informadas sobre a situação de outras partes por meio da síntese ou de mudanças de concentração de um ou mais fitormônios (LARCHER, 2000).

Existem algumas diferenças e conceitos sobre reguladores de crescimento vegetal, hormônios e estimulante de crescimento vegetal. Os hormônios vegetais, ou fitormônios, são substâncias orgânicas que desempenham a principal função no regulamento do crescimento (RAVEN et al., 2001). Já, os reguladores vegetais são substâncias sintetizadas exogenamente e, quando aplicadas nas plantas possuem ações similares aos compostos vegetais conhecidos. Os retardadores ou reguladores vegetais são compostos sintéticos, que retardam a alongação e a divisão celular no meristema

subapical. E, finalmente, os estimulantes vegetais se referem à mistura de reguladores vegetais, ou de um ou mais reguladores com compostos de natureza bioquímica diferente (aminoácidos, vitaminas) (CASTRO, 2001). Os hormônios vegetais desempenham papel importante, podendo uniformizar a germinação, controlar o desenvolvimento vegetativo, aumentar a fixação de flores e frutos e antecipar ou atrasar a maturação dos produtos de interesse comercial (CATO e CASTRO, 2006). Estas substâncias são sinalizadoras, responsáveis por efeitos marcantes no desenvolvimento, atuando em concentrações bastante pequenas.

O uso de reguladores de crescimento adquiriu grande importância, pois, com seu emprego, foi possível modificar diversos processos fisiológicos naturais das plantas. Vários trabalhos comprovam a capacidade dos reguladores de crescimento reduzirem o porte de plantas, uniformização, maturação e colheita de frutos (SOARES, 1999; LAMAS, 2001).

Os reguladores vegetais são substâncias químicas que têm sido utilizadas para manipular o crescimento vegetativo de algumas espécies e o desafio é fazê-lo sem reduzir a capacidade produtiva (MOUCO, 2008).

A ação dos hormônios e dos reguladores de crescimento depende da atividade metabólica da planta e das condições ambientais onde estas se encontram, pode-se dizer que talvez a época em que estes produtos foram aplicados possa não ter sido a ideal, visto que TIBA ao ser aplicado 5 meses após o plantio das plantas teve efeito na produção de ramos nas plantas de pinhão manso (ABDELGADIR et al., 2009).

O hormônio vegetal que está atuando em determinada ação na planta, depende do estágio de desenvolvimento e da atividade da planta, da natureza do estímulo externo, da parte da planta que está recebendo o estímulo e do tempo deste impacto. A reação resultante, seja ela sinergista ou antagonista, pode variar muito, dependendo do órgão em questão e da predisposição da planta (LARCHER, 2000). Um mesmo hormônio pode produzir respostas diferentes em tecidos ou em diferentes fases do desenvolvimento num mesmo tecido. Os tecidos podem requerer diferentes quantidades de hormônios. Desse modo, os sistemas vegetais podem variar a intensidade do sinal hormonal pela alteração das concentrações dos hormônios ou pela mudança na sensibilidade aos hormônios que estão presentes (RAVEN et al., 2001).

Os hormônios vegetais possuem cinco grupos, sendo eles: auxinas, citocininas, etileno, ácido abscísico e giberelinas. Mais recentemente há sinais indicando a existência de hormônios vegetais esteróides, brassinosteróides, que produzem uma

ampla gama de efeitos morfológicos no desenvolvimento vegetal (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Auxinas

A auxina natural mais abundante é o AIA. Entretanto, dependendo da espécie, da idade da planta, da estação do ano e das condições sob as quais a planta se desenvolve, outras auxinas naturais podem ser encontradas, como um análogo clorado do AIA, o ácido 4-cloroindolil-3-acético (4-cloroAIA), o ácido fenilacético e o ácido indolil-3-butírico (AIB). Entretanto, faltam informações mais precisas a respeito da fisiologia e bioquímica desses últimos três compostos, existindo certa controvérsia se eles realmente atuam como hormônios nas plantas (KERBAUY, 2004).

A auxina induz à extrusão de prótons que acidifica e afrouxa a parede celular, e através da entrada da água (com o afrouxamento da parede celular ocorre redução de turgor) há aumento da extensão da célula (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Uma das principais funções da auxina é a regulação e promoção de crescimento por alongamento de caules novos e coleótilos. Ele atua no alongamento ou inibição de raízes (em função da concentração), nos tropismos, e na iniciação do crescimento de raízes laterais. A auxina desempenha um papel na diferenciação de tecidos vasculares, o gradiente de auxina causado pelo transporte basípeto influencia a diferenciação dos tecidos vasculares nos ramos em alongamento (RAVEN et al., 2001). O alongamento do caule se faz por atividade mitótica e por aumento de volume das células meristemáticas do ápice. As auxinas são encontradas justamente nas regiões do caule que estão crescendo mais ativamente (FERRI, 2000), para que as células se expandam na parede celular, que é rígida, deve ser afrouxada de alguma maneira. De acordo com a hipótese do crescimento ácido, esse afrouxamento seria induzido pela acidificação da parede celular, resultante da extrusão de prótons através da membrana plasmática. Tal hipótese propõe que a auxina acidifica a região da parede celular por estimular a parede celular a excretar prótons. A diminuição do pH ativa uma ou mais enzimas, com pH ótimo ácido, que causariam o afrouxamento da parede celular. A auxina além de induzir a acidificação da parede celular e o consequente afrouxamento, induz outros processos importantes que proporcionam a continuidade do crescimento da célula, como os aumentos na absorção de solutos osmóticos (potássio, por exemplo) e na atividade de

certas enzimas relacionadas com a biossíntese de polissacarídeos de parede (KERBAUY, 2004).

Além disso, a auxina atua na regulação de dominância apical, abscisão de folhas, diferenciação vascular, formação de gemas florais e desenvolvimento de frutos. O mecanismo de dominância apical representa particularmente o processo fisiológico envolvido na imposição e quebra de dominância. Assim, o fluxo de auxina proveniente do ápice e que segue para a região basal da planta poderia inibir o desenvolvimento da gema auxiliar por estar numa concentração acima da ideal (KERBAUY, 2004).

O conhecimento de que o pólen contém altas concentrações de auxina levou a suposição de que o estabelecimento do fruto estaria relacionado com a auxina. Assim descobriu-se que o estabelecimento de frutos de muitas espécies poderia ser promovido por tratamento com auxina (FERRI, 2001).

Avaliando a ação das auxinas nos frutos de pepino observou-se que para as características relacionadas à produção de frutos (número e massa) e pegamento de fruto não se obteve interação significativa entre doses de auxinas e períodos de aplicação, esse resultado comprova o efeito da auxina em órgãos e tecidos isolados (GODOY; CARDOSO, 2004).

Em relação a abscisão foliar, a aplicação de AIA em estágios iniciais da abscisão foliar geralmente atrasa a queda da folha; todavia, quando é feita em estágios mais avançados do desenvolvimento, ela acelera esse processo, provavelmente pela indução da síntese de etileno (KERBAUY, 2004).

Em trabalho com aplicação da auxina ANA direcionada à flor de pepino, observou-se um aumento crescente no pegamento de frutos chegando até a 38% (GODOY; CARDOSO, 2004). Salisbury e Ross (1992) observaram que altas doses de auxina podem induzir a síntese de etileno, que apresenta como principais efeitos biológicos a senescência e abscisão das flores.

Em trabalho desenvolvido com pessegueiros os autores observaram que as maiores concentrações de auxinas proporcionaram um aumento no peso médio do fruto em torno de 10 a 15%, comparados com a Testemunha do experimento (SARTORI et.al., 2003).

Giberelinas

As giberelinas estimulam o alongamento e a divisão celular, promovem a frutificação, germinação de sementes, iniciação floral e determinação do sexo. A GA₁ endógena está relacionada com a estatura e controle do crescimento do caule (KERBAUY, 2004).

Uma das mais importantes propriedades fisiológicas das giberelinas é que podem induzir floração em plantas mantidas em condições não indutivas. Dependendo da espécie, a aplicação de giberelinas pode regular a juvenilidade em ambos os sentidos. Em plantas monóicas (produtoras de flores masculinas e femininas ou hermafroditas), o AG tem efeitos sobre a determinação do sexo, evento geneticamente regulado, mas também influenciado por outros fatores, notadamente ambientais (KERBAUY, 2006; FERRI, 2001).

As giberelinas, como as auxinas, podem provocar o desenvolvimento de frutos partenocárpicos. Em alguns frutos, com mexerica e pêssegos, as giberelinas têm sido efetivas na promoção do desenvolvimento, enquanto a auxina não. (HAVEN et al., 2001).

Em relação a germinação de sementes tem sido proposto que as giberelinas não estão diretamente associadas ao controle da dormência e, sim na promoção da germinação. Em sementes, as giberelinas, frequentemente, em combinação com as citocininas, podem substituir a necessidade de vários sinais ambientais e promover a germinação e minimizar os efeitos inibitórios do ABA. De forma geral, o efeito principal do AG nas sementes parece estar associado à indução das enzimas que degradam o amido no endosperma (KERBAUY, 2006).

A giberelina nunca está presente em tecidos com ausência completa de auxina e os efeitos da giberelina no crescimento podem depender da acidificação da parede celular induzida por auxina (TAIZ e ZEIGER, 2004).

As giberelinas também participam do crescimento do caule, possuindo a capacidade de reverter o nanismo. Porem Souza (2000) avaliando a cultura da citrange Carrizo verificou que a aplicação de giberelina não alterou a altura das plantas porém incrementou o diâmetro do colo das mesmas, induzindo que a ação desse hormônio será variável de acordo com a cultura avaliada.

Dario et.al. (2004) avaliando influência de fitorregulador no crescimento do arroz irrigado verificou-se estatura da planta, altura do primeiro nó, diâmetro do caule,

área foliar e a produção de fitomassa seca foram aumentados pela aplicação foliar de giberelina, porém não foi verificado efeito de giberelina e citocininas exógenas sobre o número de folhas, número de ramificações e matéria seca da raiz, além disso, a aplicação conjunta de giberelina e citocinina na cultura provocou a decréscimo do efeito da giberelina.

Inibidores da síntese de giberelinas são divididos em três classes, e cada classe específica interrompe uma das três etapas da síntese de giberelina. A maioria dos retardantes vegetais inibe a síntese de giberelina e podem, então, ser utilizados para reduzir o alongamento dos ramos e para o manejo do crescimento vegetativo. Assim, três tipos diferentes de retardantes vegetais que interferem na síntese da giberelina podem ser relacionados: os compostos quaternários, como o cloreto de mepiquat e o cloreto de chlormequat, que inibem a conversão de geranyl difostato para o caureno; os compostos cíclicos contendo um nitrogênio, como o ancymidol, flurprimidol, paclobutrazol e uniconazole, que inibem a passagem do caureno a GA12-aldeído, que é catalisado por monoxigenases; os acilciclohexanodionas como o etil-trinexapac e o prohexadione-Ca, que podem bloquear as reações finais do metabolismo de GA (conversão do GA12-aldeído nas diferentes GA's), relativas a ação de dioxigenases (RADEMACHER, 1995).

Produtos inibidores de giberelinas são usados comercialmente para evitar o alongamento em algumas plantas. Para a cultura do trigo, o cloreto de chlormequat, (OLUMKUN, 1996), e o trinexapac-etil (ZAGONEL; FERNANDES, 2007; ESPINDULA et al., 2009) têm apresentado bons resultados na redução da estatura das plantas.

Citocininas

As citocininas, tem como principal função acelerar o desenvolvimento de embriões nas plantas e promover o desenvolvimento de tecidos e células isoladas, atuando fortemente na divisão celular e na diferenciação celular. Variações nas proporções de auxinas e citocininas colocadas em uma cultura de tecidos podem influenciar fortemente o tipo de diferenciação celular. Quando a proporção do AIA é superior à de citocininas, certas regiões dos tecidos em cultura formam raízes.

Proporções maiores de citocininas resultam no desenvolvimento de caules (KERBAUY, 2004).

Estes fatos demonstram que a divisão e a diferenciação celular exigem a ação conjunta e harmônica de dois hormônios vegetais: auxinas e cinetina. A cinetina não existe em plantas, mas certo número de compostos presentes nas plantas, conhecidos como citocininas, apresentam atividades similares à cinetina. A primeira citocinina extraída de vegetal foi obtida em grãos de milho e denominada zeatina. Outras citocininas obtidas de plantas já foram identificadas como zeatina ribosídeo e isopentenil adenosina. As citocininas parecem ser compostos derivados do t-RNA. Na planta, as citocininas são sintetizadas principalmente nas raízes e transportadas, provavelmente no xilema, para outras partes da planta (RAVEN et al., 2001).

O Fitorregulador citocininas atua em processos como quebra da dominância apical, a formação de brotos, senescência da folha, crescimento da raiz, germinação de semente e respostas do estresse (BARCISZEWSKI et al., 2006). Martinelli et al. (1985), cita que este regulador se caracteriza por apresentar uma grande capacidade de multiplicidade de brotos, ou seja, induz a formação de grande número de brotos e alta taxa de multiplicação em muitos sistemas de micropropagação, porém o genótipo influencia a resposta morfogênica do mesmo.

As citocininas promovem retardamento na senescência foliar. Folhas retiradas da planta mostram envelhecimento acelerado, acompanhado pela decomposição de proteínas e da clorofila, quando folhas isoladas são tratadas com cinetina, esta aparentemente impede a ação das proteases e RNA-ses da folha, promotoras da senescência. Ferrante et al.(2002) observou em *Alstroemeria* que o uso de citocininas em folhas isoladas promovem o retardamento da senescência

As citocininas têm sido associadas à floração em plantas perenes (BERNIER, 2003; CORBESIER et al., 2003), pelo efeito da aplicação e pelas análises de concentrações endógenas durante a indução do meristema. Existem também indicações do aumento da concentração de citocininas nos meristemas dos ramos como resultado da aplicação de reguladores vegetais como o TIBA (ácido tri-iodo benzóico), hidrazida maleica ou ethephon mais daminozide e ProCa (ITO et al., 2001, RAMIREZ et al., 2006).

Estudos conduzidos por Srinivisan e Mullins (1981) reforçam a relação entre as aplicações de citocininas em videira e a floração, mesmo em condições climáticas não

indutivas, determinando a tendência de um meristema tornar-se floral ou manter-se vegetativo.

Nas plantas anuais como nas perenes foi demonstrado que os tratamentos com citocininas podem substituir o fator climático essencial à floração, mas que a resposta é dependente da concentração (BERNIER et al., 1993; SRINIVASAN; MULLINS, 1981). Nestes experimentos o importante é a observação de que para a floração ocorrer, um nível ótimo de citocininas é requerido, porque as baixas concentrações não são efetivas e as altas podem ser tóxicas ou estimular o crescimento vegetativo.

As citocininas podem alterar os teores de carotenóides totais nas plantas, conforme foi observado em plantas de *Annona glabra* L. que a ação de diferentes auxinas afetou positivamente esses teores durante todo o período de indução da senescência foliar, promoveram maior acúmulo de clorofila. Os autores também verificaram a ação efetiva das fontes de citocinina testadas sobre o retardo na degradação de clorofilas durante a senescência induzida nas brotações (OLIVEIRA et.al., 2007). Sing et al. (1992), confirma que a maior atividade da citocinina decorre de sua maior capacidade de conjugação com açúcares.

Etileno

O etileno é o composto orgânico (endógeno ou exógeno) mais simples e, aparentemente, o único gás que participa de regulação dos processos fisiológicos das plantas. O etileno é um gás (C_2H_4) sintetizado a partir de metionina na maioria dos tecidos em resposta ao estresse, especialmente em tecidos senescentes ou em amadurecimento. Move-se por difusão a partir do sítio de síntese. Ele é o único hidrocarboneto com efeito pronunciado nas plantas (RAVEN et al., 2001). O etileno é considerado um hormônio, já que é um produto natural do metabolismo, atua em concentrações muito baixas e participa da regulação de praticamente de todos os processos de crescimento, desenvolvimento e senescência das plantas. A biossíntese do etileno começa com o aminoácido metionina, que reage com ATP para formar um composto conhecido como S-adenosilmetionina (SAM), após isso, o SAM é quebrado em dois compostos diferentes, um dos quais é chamado de ACC (ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico). As enzimas do tonoplasto então convertem o ACC em etileno (RAVEN et al., 2001).

A vantagem original do gás etileno como regulador do crescimento reside no fato de que não exige atividade metabólica para seu transporte e, em certos casos, para sua inativação. A difusão do gás é suficiente para seu transporte e para diminuir sua concentração. A maior dificuldade dos estudos com o gás etileno é que ele está geralmente presente na atmosfera, particularmente nas áreas de atividade industrial ou de trânsito intenso. Além disso, praticamente todos os compostos orgânicos liberam etileno quando são aquecidos ou oxidados. Finalmente, as plantas sujeitas à vários tipos de estresse, como o ataque de insetos e microrganismos, o contato com substâncias tóxicas, a colocação em posição horizontal, a exposição a baixas temperaturas e à presença de potenciais de água baixos nos tecidos, produzem etileno acima dos níveis esperados em plantas normais (FERRI, 2002).

O etileno é regulado pela auxina, de forma que, a aplicação de auxina promove aumento na quantidade de etileno nas plantas e, a aplicação de TIBA (ácido 2, 3, 5-triidobenzóico), um competidor por sítios de auxina, ou a remoção de tecidos meristemáticos promovem a redução do etileno no tecido adjacente (FERRI, 1985). O etileno estimula a alongação de estruturas vegetativas e florais em plantas aquáticas, mas, inibe a alongação do hipocótilo. Também é um forte promotor de senescência e abscisão de folhas, partes florais e frutos em amadurecimento (HOPKINS e HÜNER, 2004).

Na maioria das espécies vegetais, o etileno tem um efeito inibitório na expansão celular. O etileno dispara um rápido crescimento do caule em algumas espécies semi-aquáticas. O alongamento dos entrenós provocado pelo etileno proporciona um mecanismo para que as plântulas de arroz possam acompanhar o ritmo da elevação das enchentes. Já em relação ao amadurecimento de frutos, observa-se que nos frutos climatéricos, o aumento na síntese de etileno precede e é responsável por vários dos processos de amadurecimento pós-colheita (RAVEN et al., 2001).

O Ethephon, que quando aplicado libera etileno na planta, segundo muitos autores (BUBÁN et al., 2003; DAVENPORT e NUÑEZ ELISEA, 1997) participa diretamente na floração de fruteiras. Entretanto, o Ethephon, como os inibidores da síntese de GA, também inibe o transporte polar da Auxinas, reduzindo o nível de IAA exportado de frutos e gemas apicais (EBERT e BANGERTH, 1982; CALLEJAS e BANGERTH, 1997), o que acaba estimulando a floração (GROCHOWSKA et al., 2004). Assim, o efeito positivo do Ethephon na floração poderia vir da inibição do transporte polar da Auxinas (BANGERTH, 2006).

Ácido Abscísico

O ácido abscísico (ABA) é um sesquiterpeno derivado, em plantas superiores, a partir do 9'-cis-xantoxina (C₄₀) que origina na rota metabólica a xantoxina (C₁₅) (SRIVASTAVA, 2002). O ABA é um hormônio vegetal que regula vários processos no ciclo de vida das plantas. Envolvido nas respostas a estresses ambientais, tais como a baixa da disponibilidade de água, temperatura reduzida e alta salinidade, esse hormônio também desempenha uma função importante no desenvolvimento e germinação das sementes (KERBAUY, 2001). A sua síntese ocorre em sementes e folhas maduras, especialmente em resposta ao estresse hídrico (RAVEN et al., 2001). A biossíntese do ABA ocorre nos cloroplastos e outros plastídeos (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O ácido abscísico é facilmente transportado pelo floema, xilema e células parenquimáticas, havendo intercâmbio entre folhas adultas, folhas jovens e raízes. Em plantas de *Lupinus* submetidas a estresses salino, 55% do total de ABA presente no xilema é proveniente da raiz, enquanto nas plantas não estressadas, esse órgão contribui apenas com 28% do teor desse hormônio (KERBAUY, 2001).

O ácido abscísico exerce múltiplos efeitos nas plantas, geralmente relacionados à atividade dos outros hormônios. Ele promove o fechamento estomático, induz o transporte de fotoassimilados das folhas para sementes em desenvolvimento, induz a síntese de proteínas de reserva nas sementes e a embriogênese e pode interferir a indução e manutenção de dormência nas sementes e gemas de certas espécies (RAVEN et al., 2001).

Já a participação do ácido abscísico na senescência não está bem elucidada quanto à promoção desse processo pelo etileno ou sua inibição pela citocinina. Enquanto alguns resultados indicam um efeito promotor do ABA na senescência, outros não apresentam correlação entre o hormônio e esse processo, essas controvérsias podem ser devidas ao balanço variável entre substâncias promotoras e inibitórias da senescência nos tecidos em diferentes estádios de desenvolvimento (KERBAUY, 2001).

Em trabalho utilizando a cultura da soja, o ABA causou inibição no crescimento das sementes, o que indica que o fitohormônio atuou inibindo a atividade de dreno das sementes, no estágio de desenvolvimento utilizado, conseqüentemente, o fluxo de nutrientes aos frutos diminuiu e o crescimento foi inibido (NASCIMENTO e MOSQUIM, 2004).

Reguladores de crescimento na cultura do pinhão Manso

Na cultura do pinhão manso, os frutos (drenos) surgem junto às folhas (fontes), ou seja, órgãos vegetativos competindo com os reprodutivos ao longo do período de crescimento pelos fotoassimilados formados.

Estudando o efeito de reguladores de crescimento em pinhão manso, Moraes et al. (2009), observaram que a aplicação de giberelina promoveu maior desenvolvimento vegetativo, a aplicação de ethefon causou redução da altura e projeção da copa em relação ao controle, já o paclobutrazol provocou a maior redução nos parâmetros de desenvolvimento vegetativo analisados e obteve produção significativamente maior de sementes que o controle. O regulador composto pelos ingredientes ativos citocinina, ácido giberélico e ácido indol butírico provocaram incremento no crescimento e maior produção quando comparados ao controle.

Morais e Silva (2009), analisando o efeito de inibidores de crescimento na cultura do Pinhão, observaram que o paclobutrazol causou redução da altura, da projeção da copa, do número de ramos e diâmetro do caule em relação ao controle. Já o cloreto de mepiquat apresentou redução somente de altura e projeção da copa, não afetando o número de ramos e diâmetro do caule. O regulador de crescimento chlomerquat somente alterou o diâmetro do caule. Quanto à produção de sementes, constataram que as plantas tratadas com cloreto de mepiquat e paclobutrazol apresentaram maior produção de sementes que o controle.

Esses inibidores da síntese de giberelina atuam na redução do crescimento vegetativo promovendo um direcionamento da energia da planta para o processo reprodutivo, e como consequência, a planta pode apresentar uma melhor retenção dos botões florais e frutos (Rodrigues & Leite, 2004).

Em trabalho onde se utilizou como regulador de crescimento o paclobutrazol, foi observado que o número médio de flores femininas por inflorescência foi maior (9,0 em plantas sem tratamento; 13,4 com a aplicação). O produto resultou também em um maior número de cápsulas e maior número de sementes por cápsula (GROSH, et al., 2010).

A pulverização de Dikegulac (DK) e Hidrazida Maleica (MH) em *Jatropha* resultou em um número significativamente maior de ramos em relação ao controle, além disso, altas concentrações de DK (8,0 mM) e MH (4,0 mM) diminuiu significativamente

a altura das plantas, comprimento da parte aérea e número de folhas em comparação com a Testemunha (ABDELGADIR et al., 2009)

Abdelgadir et al.(2009) verificaram que a aplicação foliar de Hidrazida Maleica aumenta significativamente o número de ramos e de folhas produzidas por planta. Já todas as concentrações de TIBA testados, levaram a um aumento significativo no número de ramos em relação a Testemunha, porém a aplicação não incrementou a altura da planta e nem o número de folhas.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABDELGADIR, H.; JOHNSON, S.; VAN STADEN, J. Effect of foliar application of plant growth regulators on flowering and fruit set in *Jatropha curcas*—a potential oil seed crop for biodiesel. **S Afr J Bot** 75:391, 2009.

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, p.789-799, 2004.

BANGERTH, F. Flower induction in perennial fruit trees: still an enigma. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 727, p.177-196, 2006.

BANG-ZHEN, P.; ZENG-FU, X. Benzyladenine treatment significantly increases the seed yield of the biofuel plant *Jatropha curcas*. **Journal of Plant Growth Regulation**. v.30. P 166-174, 2011.

BARCISZEWSKI J.; MASSINO F.; CLAR, B. F. C. Kinetin-A multiactive molecule. **International Journal of Biological Macromolecules**. 2006, 11p.

BERNIER, G. The role of cytokinins in the floral transition process revisited. **Flowering Newsletter**, Liege , v. 36, p. 3-9, 2003.

BUBAN, T.; FOLDES, L.; KORMANY, A.; HAUPTMANN, S.; STAMMLER, G.; RADEMACHER, W. Prohexadione-Ca en apple trees: Control of shoot growth and reduction of fire blight incidence in blossoms and shoots. **Journal of Applied Botany**, Berlin, v. 77, n. 3, p. 95-102, 2003.

CALLEJAS. R.; BANGERTH, F. Is auxin export of apple fruit an alternative signal for inhibition of flower bud induction. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 463, p. 271-277, 1997.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical. Guaíba: **Agropecuária**, 2001. 132 p.

CATO, S. C.; CASTRO, P. R. C. Redução da estatura de plantas de soja causada pelo ácido 2,3,5 - triiodobenzóico. **Ciência Rural**, v.36, n.3, mai-jun, 2006.

CORBESIER, L.; PRINSEN, E.; JACQMARD, A.; LEJEUNE, P.; VAN ONCKELEN, H.V.; PERILLEUX, O.; BERNIER, G. Cytokinin levels in leaves, leaf exudates and shoot apical meristem of *Arabidopsis thaliana* during floral transition. **Journal of Experimental Botany**, London, v. 54, p. 2511-2517, 2003.

DARIO, G. J. A.; DOURADO NETO, D.; MARTIN, T. N.; BONNECARRÉRE, R. A. G.; MANFRON, P. A.; FAGAN, E. B.; CRESPO, P. E. N. Influência do uso de fitorregulador no crescimento do arroz irrigado. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.11, n.1, p. 86-94. 2004

DAVENPORT, T. L.; NUNEZ-ELISEA, R. Reproductive physiology. In: LITZ, R.E. **The mango**. Wallingford: CAB International, 1997. p. 69-121.

DEHGAN, B.; WEBSTER, G. L. Morphology and infrageneric relationships of the genus the genus *Jatropha* (Euphorbiaceae). **Botany**, Chicago, v. 74, p 76, 1979.

DRUMOND, M. A. ; ANJOS, J. B.; MORGADO, L. B.; PAIVA, L. E. Comportamento do pinhão manso no semi-árido brasileiro, resultado do 1º ano. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROENERGIA, 2008, Botucatu. Agroenergia e desenvolvimento sustentável: anais. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, 2008.

EBERT, A.; BANGERTH, F. Possible hormonal modes of action of three apple thinning agents. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 16, p. 343-356, 1982.

ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; SOUZA, L. T.; SOUZA, M. A.; GROSSI, J. A.S. FERRANTE, A.; HUNTER, D. A.; HACKETT, W. P.; REID, M. S. Thidiazuron – a potent inhibitor of leaf senescence in *Alstroemeria*. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 25, n. 3 , p. 333-338, 2002.

ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; SOUZA, L. T.; SOUZA, M. A.; GROSSI, J. A.S. Efeitos de reguladores de crescimento na elongação do colmo de trigo. **Acta Scientiarum. Agronom.**v. 32, n. 1, p. 109-116, 2010.

FERRI, M.G. **Fisiologia Vegetal I**. Ed. EDUSP, 1979. 350p.

FERRI, M.G. **Fisiologia Vegetal II**. Ed. EDUSP, 1979. 392p.

GHOSH, A.; CHIKARA, J.; CHAUDHARY D. R.; PRAKASH, A. R.; BORICHA G.; ZALA A. Paclobutrazol Arrests Vegetative Growth and Unveils Unexpressed Yield Potential of *Jatropha curcas*. **J Plant Growth Regul.** p. 307–315, 2010.

GODOY, A. R. ; CARDOSO, A. I. I. Pegamento de frutos em pepino caipira não partenocárpico sob cultivo protegido com aplicação de ácido naftaleno acético. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.1, p.25-29, 2004.

GODOY, A. R. ; CARDOSO, A. I. I. Pegamento de frutos em pepino caipira não partenocárpico sob cultivo protegido com aplicação de ácido naftaleno acético. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.1, p.25-29, 2004.

GROCHOWSTA, M. J.; HODUM, M. ; MIKA, A. Improving productivity for four fruit species by growth regulators applied once in ultra-low doses to the collar. **Journal Horticultural Science and Biotechnology**, Ashford, v. 79, n. 2, p. 252-259, 2004.

HOPKINS, W. G.; HÜNER, N. P. Introduction to Plant Physiology. **The University of Western Ontario**. John Wiley ; Sons: 3ª edição. 2004

ITO, A.; HAYAMA, H.; YOSHIOKA, H. The effect of shoot-bending on the amount of diffusible indole-3-acetic acid and its transport in shoots of Japanese pear. **Plant Growth Regulators**, Dordrecht, v. 34, n. 2, p. 151-158, 2001.

JUHÁSZ, A. C. P.; PIMENTA, S.; SOARES, B. O.; MORAIS, D. L. B.; RABELLO, H. O. Biologia floral e polinização artificial de pinhão manso no norte de Minas Gerais, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 44, p. 1073-107, 2009.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**, 2004. 452 p. Federal do Rio Grande do Sul: Evangraf, 2005.

LAMAS, F. M. Estudo comparativo entre cloreto de mepiquat e cloreto de aplicados no algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 2, p. 265-272, 2001.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, RiMa. São Paulo. p. 529, 2000.

MARTINELLI, L.; SCIENZA, A.; GIANAZZA, E.; VILA, P.L. Somatic embryogenesis from leaves and petioles of grapevine. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.289, 1985, p. 243-244,

MORAIS, D. L. B.; KAKIDA, J.; SILVA, V. A. Reguladores de crescimento na cultura do pinhão-manso. **In: I Congresso Brasileiro de Pesquisas de Pinhão Manso**, Brasília-DF, Novembro, 2009.

MORAIS, D. L. **Impacto da nutrição mineral no crescimento do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)**. Patos: Universidade Federal De Campina Grande, 2010. Dissertação Mestrado.

MOUCO, M. A. C. **Manejo da floração de mangueiras no Semi-árido do nordeste brasileiro com inibidores de giberelinas**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2008. Tese (Doutorado).

NASCIMENTO, R.; MOSQUIM, P. R. Crescimento e teor de proteínas em sementes de soja sob influência de hormônios vegetais. **Revista Brasil. Bot.**, v.27, n.3, p.573-579, 2004

OLIVEIRA, L. M.; PAIVA, R.; SANTANA, J. R. F.; NOGUEIRA, R. C.; SOARES, F. P.; SILVA, L. C. Efeito de citocininas na senescência e abscisão foliar durante o cultivo

in vitro de *Annona glabra*. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 29, n. 1, p. 025-030, 2007.

OLUMEKUN, V. O. An analysis of the response of winter wheat (*Triticum aestivum*) components to cycocel (Chlormequat) application. **Journal of Agronomy and Crop Science-Zeitschrift Fur Acker Und Pflanzenbau**, v. 176, n. 3, p. 145-150, 1996.

PEREIRA, J. C. S.; FIDELIS, R. R.; ERASMO, E. A. L.; SANTOS, P. M.; BARROS, H. B.; CARVALHO, G. L. Florescimento e frutificação de genótipos de pinhão manso sob doses de fósforo no cerrado da Região Sul do Tocantins. **J. Biotec. Biodivers.** v. 2, n.2:p. 28-36, 2011.

RADEMACHER, W. Growth retardants: biochemical features and applications in horticulture. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 394, p. 57-74, 1995.

RAVEN P.H., EVERT R.F., EICHHOR S.E. Biologia vegetal, 6º edição. **Guanabara Koogan**. Rio de Janeiro, Brasil, 906 p., 2001.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant physiology**. 4 ed., Belmont: Wardsworth Publishing, 1992. 682p

SARTORI, I. A.; GUERRA, D. S.; MARODIN, G. A. B. Aplicação de auxinas e incisão anelar em pessegueiros cv. Sentinela. **Ciência Rural**, vol.33, n.2, Santa Maria: 2003.

SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P.. Cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). **Rev. Informe Agropecuário**. n. 229, p. 44-78, 2005.

SING, S.; LETHAM, D. S.; PALINI, L. M. S. Cytokinin biochemistry in relation to leaf senescence. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 86, n. 3, p. 388-397, Nov. 1992.

SOARES, J.J. Fitoreguladores e remoção da gema apical no desenvolvimento do algodoeiro. *Scientia Agrícola*. Maringá, v. 56, n. 3, p. 627-630. jul./set., 1999.

SOLOMON, R. A. J.; EZRADANAM, V. Pollination ecology and fruiting behaviour in a monoecious species, *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). **Current Science**, Bangalore, v. 83, n. 11, p. 1395-1398, Dec. 2002.

SOUZA, P. V. D. Interação entre micorrizas arbusculares e ácido giberélico no desenvolvimento vegetativo de Plantas de *Citrange carrizo* L. **Ciência Rural**, Santa Maria :v.30, n.5, p.783-787, 2000.

SOUZA, P. V. D. Interação entre micorrizas arbusculares e ácido giberélico no desenvolvimento vegetativo de Plantas de *Citrange carrizo* L. **Ciência Rural**, Santa Maria :v.30, n.5, p.783-787, 2000.

SRINIVASAN, C.; MULLINS, M. G. Physiology of flowering in the grapevine - a review. **American Journal Enology Viticulture**, Reedley, v. 32, n. 1, p. 47-63, 1981.

SRIVASTAVA, L. M. **Plant growth and development:** hormones and the environment. New York: Academic Express, 2002. 772 p.

TAIZ L., ZEIGER E. Fisiologia Vegetal. **ArtMed Editora S.A.**, Porto Alegre, RS, 719p., 2004.

VEDANA. **Aspectos gerais da cultura.** 2008. Disponível em: www.pinhaomanso.com.br. Acesso em: 29 de outubro de 2010.

ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Doses e épocas de aplicação do regulador de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 331-339, 2007.

ACÇÃO DE REGULADORES VEGETAIS NO CRESCIMENTO V DE PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.) NO MUNICÍPIO DE GURUPI-TO.

Patriccia da Cruz Ramos¹ Eduardo Andrea Lemus Erasmo² Susana Cristine Siebeneichler³

¹Mestrando em Produção Vegetal – UFT, Gurupi/TO; ²Professor Orientador, UFT, Gurupi/TO; ³Professora Co-orientadora, UFT, Gurupi/TO

RESUMO

Ainda não se tem no mercado variedades para o pinhão manso. O que se verifica nas áreas de produção é uma elevada variabilidade entre plantas, expressa em uma descontinuidade na floração e maturação de frutos, dificultando assim o processo de colheita. O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de seis reguladores de crescimento vegetal na cultura do Pinhão Manso (*Jatropha curcas* L.) em condições do município de Gurupi - TO. O delineamento experimental utilizado constituiu-se de blocos inteiramente casualizados, em um esquema fatorial de (2 x 7), com quatro repetições, correspondendo a duas doses de reguladores de crescimento e 6 reguladores de crescimento e 1 Testemunha (sem aplicação de regulador). Foram avaliados a altura de plantas (AP), diâmetro médio de ramos (DR), o número de inflorescência por planta, o número de flores masculinas, número de flores femininas, a relação de flores masculinas e femininas e a área foliar. O regulador de crescimento Stimulate aplicado na menor dose estimulou o florescimento mais precoce e a maior produção de inflorescências. Todos os reguladores de crescimento reduziram a proporção de flores masculinas e flores femininas. Os reguladores ProGibb e Etefon foram os que apresentaram a menor produção de inflorescência quando comparados aos outros reguladores.

Palavras-chave: *Jatropha curcas* L.; Reguladores de Crescimento Vegetal; análise de crescimento.

ABSTRACT

There are not jatropha varieties in the Market yet. There is only a high diversity of plants expressed by a discontinuity in the flowering and fruit ripening making the process of harvest a difficult task. The study aimed to evaluate the effect of six vegetal growth regulators for the culture of jatropha (*Jatropha curcas* L.) in conditions in Gurupi – TO. The experimental outline used was made up of entirely casual blocks, in a factorial arrangement of (2 x 7), with four repetitions, corresponding to two doses of growth regulators and 6 growth regulators and 1 witness (without application of the regulator). The factors evaluated were the height of the plants (PH), the average diameter of the branches (AD), the number of the inflorescence per plant, the number of masculine flowers, the number of feminine flowers, the relationship between the masculine flowers and the feminine flowers and the leaf area. The growth regulator Stimulate the lowest rate was stimulated flowering earlier and greater production of flowers. All growth regulators reduced the proportion of male flowers and female flowers. Regulators ProGibb and Ethephon were those with the lowest number of inflorescences when compared to other regulators.

Keywords: *Jatropha curcas* L. Plant Growth Regulators, analysis of plant growth.

Introdução

Diante da crescente demanda por biodiesel, o cultivo de oleaginosas com finalidade energética cresce vertiginosamente no Brasil. Entre estas o pinhão-manso tem se destacado, uma vez que suas sementes apresentam de 35 a 37 % de óleo com inúmeras aplicações, como para fabricação de tintas, sabão, lubrificantes, fármacos e biocidas, e por ser uma espécie perene não comestível. Além disso, este óleo apresenta excelentes perspectivas de sua utilização para a produção de biodiesel, um combustível renovável, produzido a partir do processamento de sementes oleaginosas (BELTRÃO et al., 2001). Acompanhando esta tendência, o plantio de pinhão manso tem ganhado espaço em regiões de clima semiárido, onde outras oleaginosas não são zoneadas para plantio.

Por não haver ainda no mercado variedades desta cultura, o que se verifica nas áreas de produção é uma elevada variabilidade entre plantas, expressa em uma descontinuidade na floração e maturação de frutos, dificultando assim o processo de colheita. Entre as técnicas passíveis de utilização frente esta descontinuidade produtiva encontra-se a uniformização através do melhoramento genético ou a utilização de substâncias químicas, a exemplo dos reguladores de crescimento ou hormônios.

Os sinais de desenvolvimento da planta que resulta na indução floral são influenciados principalmente por fatores endógenos como o balanço hormonal. As interações entre estes e os fatores exógenos fazem com que a planta inicie seu estágio reprodutivo. Acredita-se que o balanço hormonal pode ser suprido com a utilização de reguladores de crescimento vegetal, destacando-se dentre os principais grupos as auxinas, giberelinas, citocininas, etileno, retardadores e inibidores de crescimento.

Os reguladores de crescimento podem ser definidos como substâncias naturais ou sintéticas que podem ser aplicadas diretamente nas plantas para alterar os processos vitais ou estruturais, com a finalidade de lograr aumentos na produção, melhorar a qualidade ou facilitar a colheita (LACA-BUENDIA, 1989).

Na cultura do pinhão manso os frutos (drenos) surgem junto às folhas (fontes), ou seja, órgãos vegetativos competindo com os reprodutivos ao longo do período de crescimento pelos fotoassimilados formados. Encontra-se num mesmo ramo frutos verdes, marrons e secos, o que dificulta a operação de colheita e beneficiamento. Portanto, para a obtenção de elevados níveis de produtividade além de uniformização da colheita de frutos, dentre outros fatores de desenvolvimento que é de natureza sequencial (BELTRÃO et al. 1997).

Conforme relatado, busca-se com o uso de regulador de crescimento uma limitação do crescimento vegetativo para que ocorra maior deslocamento de metabólitos para os drenos úteis do ponto de vista econômico (BELTRÃO et al. 1997). Além disso, a aplicação dos reguladores de crescimento é imprescindível para uma futura recomendação de manejo para uniformização dos frutos.

Diante desses aspectos vê-se a necessidade de estudos de manejo para indução floral, através da aplicação de reguladores de crescimento como alternativa para padronizar o amadurecimento dos frutos, além de visar à obtenção de uma safra precoce.

Neste trabalho objetivou-se avaliar o efeito de seis reguladores de crescimento vegetal na cultura do Pinhão Manso (*Jatropha curcas* L.) nas condições climáticas do município de Gurupi - TO.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na estação experimental da Fundação Universidade Federal do Tocantins (UFT), *Campus* Universitário de Gurupi – TO em viveiro. O *Campus* se localiza na região sudoeste do estado do Tocantins, com as seguintes coordenadas geográficas, latitude de 11°43`S, longitude de 49°04`N em altitude de 280 metros. A classificação climática segundo Köppen (1948) é do tipo B1WA'a' úmido com moderada deficiência hídrica. A temperatura média anual é de 29,5°C e precipitação média anual de 1600 mm, concentrada de forma estacional: sendo verão chuvoso, inverno seco com elevado déficit hídrico entre os meses de maio a setembro.

O delineamento experimental utilizado constituiu-se de blocos inteiramente casualizados, em um esquema fatorial de (2 x 7), com quatro repetições, correspondendo a duas doses de reguladores de crescimento e 6 reguladores de crescimento e 1 Testemunha (sem aplicação de regulador) (Tabela 2).

As plantas utilizadas no trabalho foram clones originados de propagação vegetativa proveniente de estacas de uma única planta de pinhão manso presente na coleção de acessos do campus experimental da UFT localizado na cidade de Gurupi-TO. Estes clones foram formados a partir de estacas de 30 cm de comprimento e 10 mm de diâmetro, retirados da porção média de ramos do ano, plantadas em canteiros com substrato de areia. Estes foram irrigados diariamente sem promover encharcamento.

As estacas foram transplantadas no dia 9 de julho de 2010, para vasos de 8 litros de capacidade preenchidos com solo peneirado retirado da camada arável de uma área de produção agrícola, cujas características físico-químicas estão descritas na Tabela 1.

A aplicação dos reguladores de crescimento foi realizada três meses após o plantio das estacas. A pulverização foi realizada no final do dia por meio de pulverizador costal pressurizado a gás carbônico (vazão de 200 l ha⁻¹) procurando-se molhar toda a planta de forma que o produto tivesse maior contato com as folhas, caules e meristemas.

Os vasos foram irrigados de forma a manter 70 % da capacidade de campo calculado por meio de pesagem no início de experimento.

Tabela 1. Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento.

Solo	pH	P (Mel)	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC (T)	CTC (t)	M.O	V	Areia	Silte	Argila	
Atributos	CaCl ₂	mg.dm ⁻³	cmol.dm ⁻³										%		
	5,4	7,1	0,13	2,8	0,4	0,1	3,3	6,63	3,43	1,9	50	55	10	35	

* M.O = Matéria orgânica, CTC (T) = Capacidade de troca de cátions total, CTC (t) = Capacidade de troca de cátions efetiva, e V = Saturação de bases.

Antes da aplicação dos tratamentos e no final do período experimental foram medidas a altura de plantas (AP) e o diâmetro médio de ramos (DR). A altura foi medida por meio de régua graduada, partindo-se da superfície do solo até a curvatura da folha mais alta. O diâmetro de ramos foi mensurado em milímetros, através do uso de paquímetro digital a cinco centímetros da base do solo.

Foram avaliados também o número de inflorescência por planta, o número de flores masculinas, número de flores femininas e a relação de flores masculinas e femininas.

Aos 150 dias após o plantio foram retirados as plantas e contadas as folhas e ramos de cada planta por tratamento. Estes foram colocados a secar em estufa de circulação de ar forçada a 70 °C até peso constante, determinando-se por meio de pesagem a massa seca de todos os componentes vegetativos coletados.

Para determinação da área foliar foi usado o método dos discos, onde com um furador cilíndrico com área interna conhecida, coletaram-se discos foliares, os quais foram secos a peso constante e depois utilizados juntamente com a massa total das folhas para estimar a área foliar (BENINCASA, 2003) pela seguinte relação:

$$AF = \frac{MSF \times ATD}{MSD}$$

Onde: AF: área foliar (cm²); MSD: massa seca dos discos (g); ATD: área total dos discos (cm²); e MSF: a massa seca folhas (g) amostradas.

Tabela 2. Tratamentos utilizados no experimento. Gurupi - TO, 2011.

Nome científico	Nome comercial	Dose 1	Dose 2
2,3,5-Ácido Triiodobenzóico	Tiba	1,5 mmol.L ⁻¹	2,5 mmol.L ⁻¹
Acido giberélico	ProGibb	70 mg.L ⁻¹	100 mg.L ⁻¹
Ethrel PT	Etefon	0,3 ml.L ⁻¹	0,5 ml.L ⁻¹
Prohexadione - cálcio	Viviful	1200 g.ha ⁻¹	1600 g.ha ⁻¹
Cloreto de clormequat	Tuval	3300 g.ha ⁻¹	3600 g.L ⁻¹
Ac. Indol butírico + giberelina + citocinina	Stimulate	1,25 ml.L ⁻¹	2 ml.L ⁻¹

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias das características analisadas (qualitativos) comparados através do teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$)

Resultados e Discussão

Na Tabela 3 estão apresentados os valores de altura de plantas e número de ramos primários e secundários de plantas de pinhão manso em resposta a aplicação de reguladores de crescimento.

Todos os reguladores de crescimento aplicados na dose 1 contribuíram para maior altura de plantas do que a Testemunha, diferenciando-se significativamente desta porém não entre eles. Maiores valores foram verificados no regulador Stimulate (118 cm) o qual comparado a Testemunha promoveu um aumento de 65,61 % na altura de plantas. Na dose 2 não foram constatadas diferenças significativas entre os tratamentos, no entanto quando comparam-se as alturas correspondentes aos reguladores Tuval e Viviful com a Testemunha verificam-se incrementos de 40,43 e 41,13 % respectivamente.

Não foram observadas diferenças significativas na altura de plantas entre as doses dos reguladores de crescimento utilizados, no entanto, a mesma sempre foi menor na dose 2, com exceção do Viviful onde foi praticamente semelhante.

Maior número de ramos primários foi constatado na dose 1 nos tratamentos Stimulate, tiba, etefon, Tuval e ProGibb comparados à Testemunha, diferenciando-se significativamente desta porém não entre eles. No regulador Stimulate foi observado o maior número de ramos primários com um incremento de 29,53 % em relação a Testemunha. Johannes et al. (2009) verificaram um aumento significativo no aumento no número de ramos após sete meses da aplicação de 1,0 mM de Tiba.

Na dose 2 não foram constatadas diferenças significativas entre os tratamentos. Em relação ao número de ramos secundários não foram verificadas diferenças significativas entre tratamentos e doses.

Tabela 3. Altura de plantas (AP), número de ramos primários (NRP) e número de ramos secundários (NRS) de pinhão manso, 90 dias após da aplicação de reguladores de crescimento. Gurupi - TO, 2010.

Tratamentos	Altura (cm)		NRP (und)		NRS (und)	
	Dose 1	Dose 2	Dose 1	Dose 2	Dose 1	Dose 2
Stimulate	118,00 A a	87,25 A a	2,50 A a	2,25 A a	0,50 A a	0,25 A a
Tiba	92,75 A a	88,25 A a	2,50 A a	2,50 A a	0,50 A a	0,75 A a
Etefon	100,25 A a	97,50 A a	3,00 A a	2,50 A a	1,00 A a	1,00 A a
Tuval	101,25 A a	99,00 A a	2,75 A a	2,25 A a	1,60 A a	1,21 A a
Viviful	98,50 A a	99,50 A a	2,00 A b	2,50 A a	1,00 A a	1,25 A a
ProGibb	90,50 A a	88,00 A a	2,75 A a	2,25 A a	1,29 A a	1,18 A a
Testemunha	71,25 A b	70,50 A a	2,00 A b	0,00 A a	1,00 A a	1,00 A a

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente ($P \leq 0,5$) pelo teste de Scott Knott

Quando se analisa o incremento de altura de plantas de pinhão manso antes da aplicação dos reguladores e após 90 dias da sua aplicação (Tabela 4), verificou-se que todos os reguladores promoveram maior incremento que a Testemunha nas doses avaliadas. O Viviful foi o regulador que mais estimulou o crescimento em altura das plantas de pinhão manso aumento de aproximadamente em quatro vezes a altura inicial.

Tabela 4. Incremento na altura de plantas de pinhão manso em função da aplicação de reguladores de crescimento, no intervalo de tempo compreendido entre o dia da aplicação e 90 dias após desta. Gurupi - TO, 2010.

Tratamentos	Dose 1			Dose 2		
	h_0	h_1	Incremento	h_0	h_1	Incremento
	(cm)	(cm)	(%)	(cm)	(cm)	(%)
Stimulate	36,5	111,5	205,48	33,50	86,00	156,72
Tiba	36,5	90,5	147,95	36,50	87,00	138,36
Etefon	40,00	103,5	158,75	41,50	102,00	145,78
Tuval	32,5	99,5	206,15	28,5	89,5,00	214,04
Viviful	25,00	99,00	296,00	27,00	97,5,00	261,11
ProGibb	31,00	93,00	200,00	36,50	91,50	150,68
Testemunha	31,00	70,00	125,81	33,00	70,00	115,38

(h_0)= altura antes da aplicação; (h_1) = altura após 90 dias após a aplicação.

Analisando-se o incremento no diâmetro de ramos primários promovido pelos reguladores de crescimento, no intervalo de tempo compreendido entre o dia da aplicação e 90 dias (Tabela 5), constata-se que somente o tratamento Viviful superou a Testemunha (89,03 %) na dose 1,. Enquanto na dose 2 o Tiba 2 (86,23 %) Stimulate (83,52%) e o ProGibb (80,53%) promoveram incremento. O menor incremento foi verificado no regulador Tuval (54,45 %) na dose 1, e o Etefon na dose 2 (59,91%).

Espindula, et al. (2010) avaliando o efeito de doses do regulador de crescimento Tuval no crescimento de colmo de trigo verificou a semelhança dos resultados obtidos para o pinhão manso, que o aumento das doses do produto promove redução do comprimento do colmo das plantas de trigo e das partes que o formam.

Morais et al. (2009) constataram que o regulador de crescimento Tuval somente alterou o diâmetro do caule na cultura de pinhão manso.

Tabela 5. Incremento no diâmetro de ramos primários de plantas de pinhão manso em função da aplicação de reguladores de crescimento, no intervalo de tempo compreendido entre o dia da aplicação e 90 dias após desta. Gurupi - TO, 2010.

Tratamentos	Dose 1			Dose 2		
	DRP ₀	DRP ₁	Incremento	DRP ₀	DRP ₁	Incremento
	(mm)	(mm)	(%)	(mm)	(mm)	(%)
Stimulate	18,00	29,93	66,28	14,38	26,39	83,52
Tiba	14,59	24,43	67,44	14,82	27,6	86,23
Etefon	15,89	26,92	69,42	15,99	25,57	59,91
Tuval	16,62	25,67	54,45	16,05	27,61	72,02
Viviful	17,16	32,45	89,03	17,25	29,74	72,41
ProGibb	15,82	26,13	65,17	14,43	26,05	80,53
Testemunha	14,22	25,25	77,57	14,25	25,26	77,26

(DRP₀) = diâmetro do ramo primário inicial antes da aplicação; (DRP₁) = diâmetro do ramo primário ao final de 90 dias após a aplicação, em milímetros.

Na Tabela 6 estão descritos os dados relativos ao número de folhas e massa seca de folhas e ramos de pinhão manso em resposta a aplicação de reguladores de crescimento.

Os reguladores aplicados na dose 1 não diferiram significativamente entre eles e da Testemunha quanto ao número de folhas, entretanto o Stimulate e o Viviful superaram a Testemunha em 50,24 e 56,31 %, respectivamente. Já em relação a dose 2, os tratamentos etefon, Tuval, Viviful e ProGibb apresentaram diferenças significativas em relação aos demais tratamentos. Nesta dose, o maior número de folhas foi constatado para o regulador Viviful superando a Testemunha em 68,10 %. Não foram constatadas diferenças significativas entre as doses nos diferentes reguladores de crescimento.

Quanto ao acúmulo de massa seca de folhas os tratamentos Stimulate, Tiba e Etefon na dose 1, diferiram estatisticamente dos outros tratamento porém não entre eles. Nestes tratamentos a massa seca foi superior em 77,88, 75,49 e 61,37 %, respectivamente.

respectivamente, quando comparados a Testemunha. Na dose 2, os tratamentos Stimulate, etefon, Tuval e Viviful diferiram significativamente dos tratamentos tiba, ProGibb e Testemunha. Estes últimos não diferiram estatisticamente entre si. Os reguladores de crescimento Etefon e Tuval superaram a Testemunha em relação ao acúmulo de massa seca em 66,29 e 60,17 %, respectivamente.

Diferenças significativas entre as doses só foram observadas no regulador de crescimento tiba, havendo decréscimo na massa seca de folhas na dose 2.

Em relação à massa seca de ramos o regulador Stimulate destacou-se com o maior valor diferenciando-se significativamente dos outros tratamentos nas duas doses utilizadas, apresentando massa três vezes superior a Testemunha na dose 1. Nesta dose os tratamentos tiba, etefon, Tuval e Viviful superaram significativamente aos tratamentos Testemunha e progibb, porém não se diferenciaram estatisticamente entre si. Já na dose 2 os tratamentos etefon, Tuval, Viviful e ProGibb foram estatisticamente iguais, entretanto diferiram significativamente dos demais. Em relação às doses utilizadas, verificou-se diferença significativas no tratamento Tiba, com decréscimo na massa seca de ramos na dose 2 em relação a dose 1 e no tratamento ProGibb que ao contrário, esta diferença foi de maior acúmulo de massa seca na dose 2 em relação a dose 1.

Tabela 6. Número de folhas (NF), massa seca de folhas (MSF) e massa seca de ramos (MSR), de pinhão manso, 90 dias após da aplicação de reguladores de crescimento. Gurupi - TO, 2010.

Tratamentos	NF (und. ¹)		MSF(g)		MSR (g)	
	Dose 1	Dose 2	Dose 1	Dose 2	Dose 1	Dose 2
Stimulate	154,75 A a	125,25A b	82,09 A a	68,80 A a	97,39 A a	91,49 A a
Tiba	144,75 A a	136,75 A b	80,99 A a	57,93 B b	78,90 A b	50,5 B c
Etefon	123,75 A a	156,75 A a	74,47 A a	78,57 A a	82,92 A b	79,7 A b
Tuval	133,50 A a	163,25 A a	63,75 A b	75,68 A a	64,94 A b	63,88 A b
Viviful	161,00 A a	176,5 A a	62,98 A b	68,80 A a	71,55 A b	82,77 A b
ProGibb	131,75 A a	145,75 A a	62,61 A b	57,43 A b	50,62 B c	74,71 A b
Testemunha	103,00 A a	105,00 A b	46,15 A b	47,25 A b	31,80 A c	32,87 Ac
CV %	23,65		21,71		22,46	

¹ und. = unidade. Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si ($P \leq 0,5$) pelo teste de Scott Knott.

A área foliar das plantas de pinhão manso foram sempre superiores a Testemunha, no entanto diferenças significativas somente foram constatadas na dose 2 nos tratamentos Etefon e Tuval em relação aos tratamentos restantes (Tabela 7).

Mesmo não ocorrendo diferenças estatísticas na dose 1 fica evidente que os tratamentos Stimulate, Tiba e Etefon promoveram aumentos na área foliar comparada a Testemunha de 79,24, 52,65 e 57,66 %, respectivamente. Na dose 2, esta superioridade foi observada para os tratamentos Etefon e Tuval em 89,40 e 78,99 %, respectivamente. Não ocorreram diferenças significativas entre as doses nos diferentes reguladores, no entanto é expressivo o incremento na área foliar promovido pelo regulador de crescimento Tuval na dose 2 em relação a dose 1, em torno de 33 %.

Tabela 7. Área foliar (cm²) de plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) aos 90 dias após a aplicação de reguladores de crescimento. Gurupi- TO. 2010.

Tratamentos	Área Foliar (cm ²)	
	Dose 1	Dose 2
Stimulate	298,32 Aa	218,63 Ab
Tiba	254,07 Aa	213,30 Ab
Etefon	262,41 Aa	315,23 Aa
Tuval	224,47 Aa	297,91 Aa
Viviful	234,40 Aa	242,72 Ab
ProGibb	220,31 Aa	212,26 Ab
Testemunha	166,44 Aa	160,04 Ab

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente ($P \leq 0,5$) pelo teste de Scott Knott.

O efeito dos reguladores de crescimento no número de inflorescências por planta está representado na Figura 1. Destacam-se os reguladores Stimulate e Tuval nas duas doses utilizadas, pois estimularam a maior produção desta variável, correspondendo em média a 6 e 4 inflorescência por planta, respectivamente. No período avaliado a Testemunha foi o único tratamento em que as plantas não emitiram flores, levando a concluir que apesar das diferenças no número de inflorescências entre os reguladores, todos estes promoveram o surgimento das mesmas. Ressalta-se que as plantas do tratamento Stimulate foram as primeiras a florescer.

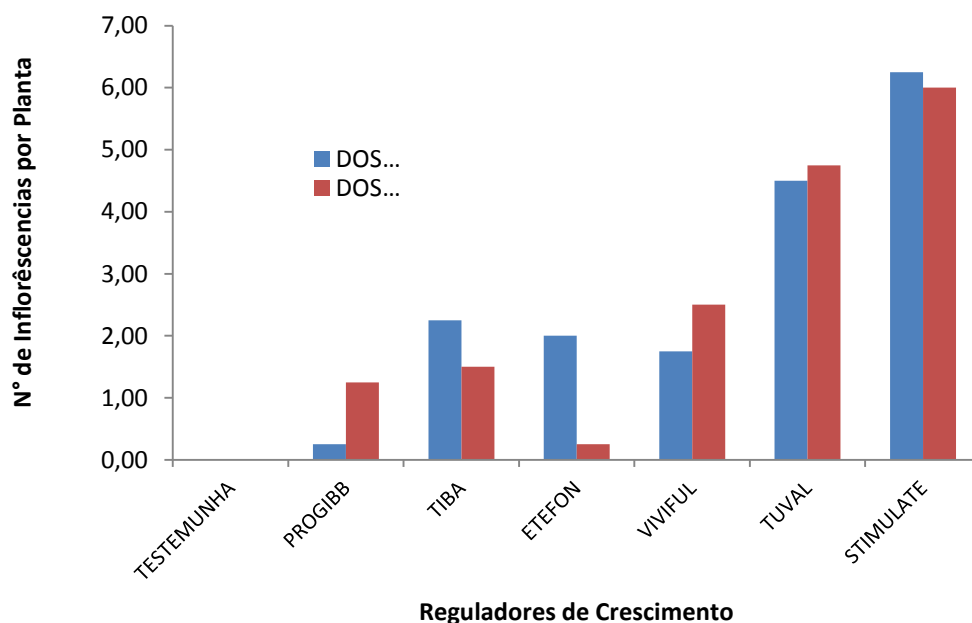


Figura 1. Número médio de Inflorescências por planta de pinhão manso (*Jatropha curcas*), no período de 60 dias após a aplicação de reguladores de crescimento. Gurupi, TO, 2010.

Ao analisar a quantidade de flores masculinas e femininas correspondentes aos tratamentos utilizados (Figuras 2 e 3), constatou-se que os tratamentos Stimulate e Tuval superaram os outros, sendo sempre superior na dose 1.

Foram constatadas para o regulador Stimulate na dose 1, um número de 28,75 e 15,50 flores masculinas e femininas por planta, respectivamente, e 13,75 e 4,50 respectivamente, para a dose 2. Enquanto para o regulador Tuval estes valores corresponderam a 16,75 e 12,38, respectivamente, e 10,88 e 4,50, respectivamente.

As menores produções de inflorescências e número de flores por planta foram constatadas nos reguladores de crescimento Etefon e progibb. Morais et al. (2009) avaliando diversos reguladores de crescimento na cultura de pinhão manso, verificaram as menores produções de semente por plantas nos produtos Etefon e progibb, confirmando o resultado citado anteriormente. KOLLER et.al. (1999) observaram em laranjeiras quando foi aplicado, o ácido giberélico um efeito linear de diminuição do número de frutos produzidos em função do aumento das concentrações. Esse efeito depressivo indica provável inibição da indução de gemas florais, exercida pelo AG3, diminuindo o número de flores e de frutos produzidos.

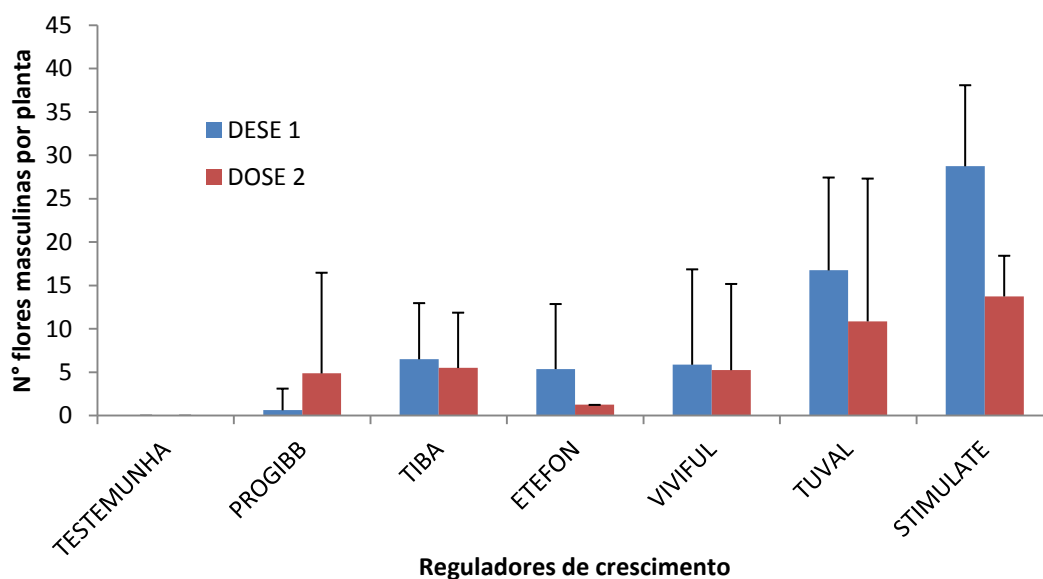


Figura 2. Número médio de flores masculinas por plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas*), no período de 60 dias após a aplicação de reguladores de crescimento. Gurupi, TO, 2010.

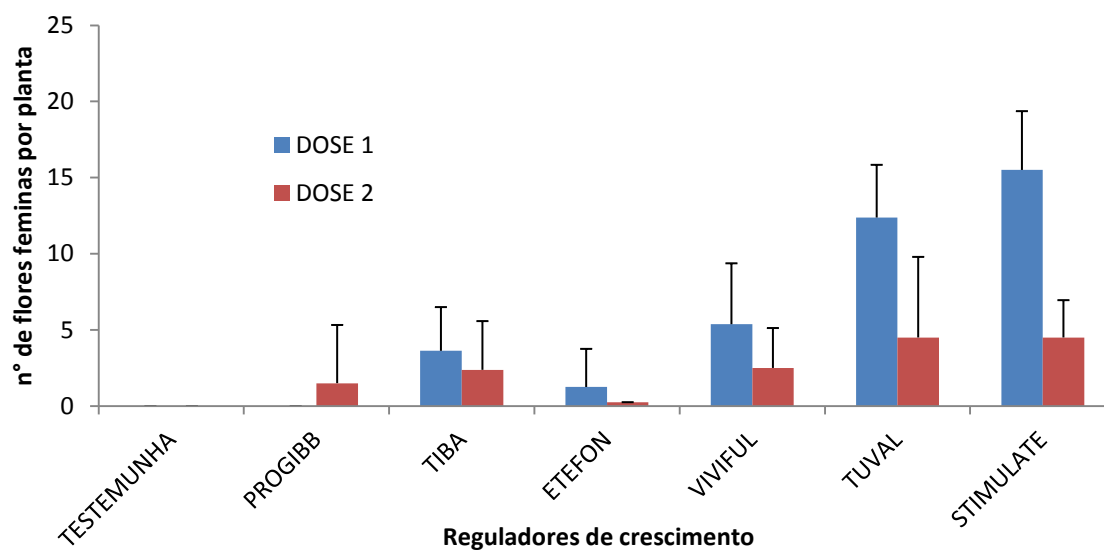


Figura 3. Número médio de flores femininas por plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas*), no período de 60 dias após a aplicação de reguladores de crescimento. Gurupi, TO, 2010.

Visto que a planta de pinhão manso é monoica, faz-se importante verificar a relação entre o número de flores masculinas e femininas por planta (Tabela 8).

Observou-se que as maiores relações corresponderam ao regulador Etefon nas duas doses utilizadas. Os outros reguladores apresentaram uma relação menor na dose 1, com exceção do progibb. Para o regulador Stimulate constatou-se uma relação de 1,85:1 flores masculinas para cada flor feminina na dose 1, enquanto na dose 2 esta relação foi de 3,06:1. O regulador Viviful foi aquele que apresentou a menor relação flores masculinas / flores femininas nas duas doses utilizadas, porém o número de inflorescência foi inferior ao apresentado pelo Stimulate e Tuval .

Em condições de campo plantios de seis meses de idade no município de Gurupi – TO, Pereira et al. (2011) observaram em plantas de pinhão manso uma média de 7,6 inflorescências e flores femininas variando em um número de 0-31 para 23-286 flores masculinas, conferindo uma razão média de 18 flores masculinas para cada flor feminina.

Tabela 8. Relação entre o número de flores masculinas e femininas por planta de pinhão manso, em resposta à aplicação de reguladores de crescimento. Gurupi, TO, 2010.

TRATAMENTOS	Relação n° de flores masculinas / n° de flores femininas	
	DOSE 1	DOSE 2
Stimulate	1,85	3,06
Tuval	1,35	2,42
Viviful	1,09	2,10
Etefon	4,31	5,00
Tiba	1,79	2,31
Progibb	0	3,25
Testemunha	0	0

Para se compreender os efeitos dos reguladores de crescimento aqui testados deve-se primeiramente conhecer as fases de crescimento do pinhão manso. Esta é uma planta perene que apresenta duas fases distintas durante o ano, sendo uma de crescimento e reprodução e outra de repouso, quando perde todas as folhas (Laviola et al. 2011), sendo que dependendo do regime hídrico da região onde se desenvolve estas fases poderão ser mais definidas e de comprimento variado. Nas condições do estado do Tocantins a planta inicia seu período vegetativo com o início do período de chuvas normalmente a partir da segunda quinzena de outubro que se estende até o início de abril, quando se inicia o período de repouso em que a planta perde totalmente as folhas até o novo período de chuvas. Concomitantemente com a produção de folhas com o

início das chuvas se inicia o florescimento concentrado praticamente em dois períodos (outubro-dezembro e fevereiro-abril).

A planta segue uma arquitetura clássica das euforbiáceas (família à qual pertence), cuja primeira inflorescência é apical, surgindo novos ramos após o seu aparecimento, seguindo este comportamento sucessivamente com a produção de novas inflorescências (LUCENA, et al. 2010). Desta maneira a prática de poda de formação e produtiva, é de interesse na condução do cultivo visto ao estímulo de surgimento de novos ramos e maior produção.

Por ser uma planta que ainda não foi submetida a um processo de melhoramento genético, o que se observa em campo é uma grande desuniformidade no processo de florescimento e maturação de frutos mesmo dentro dos próprios ramos, o qual ocorre durante todo o período de crescimento descrito anteriormente. Uma vez que a finalidade de produção de pinhão manso é obter matéria prima para a produção de óleo a ser utilizado na produção de biodiesel, o florescimento é um dos principais estágios fenológicos da cultura, uma vez que o número de flores femininas e sua fecundação determinam quantos frutos e sementes serão desenvolvidos (JUHÁSZ et al., 2009).

O processo de florescimento resulta da interação de fatores endógenos em que se destacam o balanço hormonal e fatores exógenos como temperatura, fornecimento de água, luz entre outros. Juhász et al. (2009) citam que o florescimento de pinhão manso se inicia normalmente após um período de dormência da planta devido à baixa precipitação, e que sua continuidade está relacionada à disponibilidade de água no solo.

Uma prática agrícola comum em diversas culturas é a aplicação de reguladores de crescimento de forma a alterar o balanço hormonal e assim o conduzir a planta com os objetivos desejados, variando da redução de porte, estímulo de brotação de ramos, estímulo de florescimento, alteração do sexo de flores, etc.

No presente estudo o regulador de crescimento Stimulate aplicado na dose mais baixa (dose 1) promoveu o maior crescimento de plantas expresso em maior altura e massa seca de folhas e ramos. Ferrari, et al. (2008) observaram um efeito promovedor do Stimulate no desenvolvimento do maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis) refletido nos índices da análise de crescimento.

Este regulador ainda estimulou o aparecimento mais precoce do florescimento (dados não mostrados) e produção de inflorescências por planta, que pode ser relacionado à maior produção de ramos primários, conforme explicado anteriormente. Moraes et al. (2009) trabalhando com a mesma dose (1,25 ml/há) porém aplicada em

forma parcelada, contrariamente não constataram diferenças significativas em relação ao número de ramos por planta de pinhão manso, porém a semelhança do verificado no presente trabalho, obtiveram as maior produções de sementes por planta. Explicam que devido a este produto ser constituído pela mistura de três reguladores de crescimento (Citocinina, Ácido Giberélico e Ácido Indol Acético), o efeito isolado e interligado destes, induz crescimento não somente através da divisão celular, mas através de alongamento celular, promovendo o crescimento das gemas laterais e, assim interferindo na dominância apical. Relacionam a maior produção de sementes ao efeito do ácido indol butírico no retardo da abscisão de flores.

A maior produção de sementes pode ser explicada também pelos resultados aqui constatados em relação não tão somente ao maior número de inflorescências, mas também à menor relação de número de flores masculinas por flores femininas. Conforme trabalhos de biologia floral realizado na cultura de pinhão manso esta relação em condições naturais pode variar conforme a região e acesso, porém sempre o número de flores masculinas supera o número flores femininas, com relações variando de 8:1 a 30:1 (Laviola et al., 2011; Pereira et al., 2011; Lucena et al., 2010). Os produtos e dose utilizados no presente trabalho promoveram redução expressiva na relação entre flores masculinas e femininas, destacando-se o Stimulate e o Tuval em que foram constatadas o maior número de inflorescências e flores masculinas e femininas, com relações na dose 1 de 1,8:1 e 1,35:1, respectivamente.

Bang-Zhen e Zeng-Fu (2010) trabalhando com o regulador benziladinina em pinhão manso conseguiram uma redução de quatro vezes na relação de flores masculinas e femininas (de 13,4:1 para 2,4 : 1) assim como a produção de maior número de flores bissexuais. Os autores relacionam esta resposta à codificação genética de enzimas diferentes em função do regulador e influência na determinação do sexo floral.

Menor crescimento vegetativo e produção de flores em plantas de pinhão manso foram observados na utilização do regulador de crescimento progibb. O Etefon à semelhança do progibb, foi o tratamento em que variáveis de florescimento foram os menores do resto dos tratamentos avaliados. Apesar das diferenças visualizadas entre os reguladores de crescimento, resultados mais efetivos devem ser avaliados em aplicações de campo e com um maior intervalo de tempo de avaliação. Ghosh et al. (2010) citam que o efeito de reguladores de crescimento podem persistir na planta por diversos anos após a aplicação. Estes autores trabalhando com o regulador pacobutrazol em pinhão

manso constataram mudanças nas respostas no decorrer dos anos de avaliação. Já Abdelgadir et al. (2009) observaram efeitos de reguladores de crescimento em condições de casos de vegetação que não se repetiram em condições de campo, assim como resultados variáveis em avaliações realizadas aos três meses após aplicação e aqueles visualizados aos sete meses. Abdelgadir et al. (2009) verificaram um aumento significativo no aumento no número de ramos após sete meses da aplicação de 1,0 mM de Tiba.

Conclusões

Os reguladores de crescimento Stimulate e Tuval foram os que promoveram maior crescimento e produção de inflorescência no pinhão manso;

O regulador de crescimento Stimulate aplicado na menor dose estimulou o florescimento mais precoce e a maior produção de inflorescências;

Todos os reguladores de crescimento reduziram a proporção de flores masculinas e flores femininas;

Os reguladores ProGibb e Etefon foram os que apresentaram a menor produção de inflorescência quando comparados aos outros reguladores.

Referência bibliográfica

ABDELGADIR, H.; JOHNSON, S.; VAN STADEN, J. Effect of foliar application of plant growth regulators on flowering and fruit set in *Jatropha curcas*—a potential oil seed crop for biodiesel. **S Afr J Bot** 75:391, 2009.

BANG-ZHEN, P.; ZENG-FU, X. Benzyladenine treatment significantly increases the seed yield of the biofuel plant *Jatropha curcas*. **Journal of Plant Growth Regulation**. v.30. P 166-174, 2011.

BELTRÃO, N.E. de M.; AZEVEDO, D.M.P. de; VIEIRA, D.J.; NÓBREGA L.B. da. Recomendações técnicas e considerações gerais sobre o uso de herbicidas, desfolhantes e reguladores de crescimento na cultura do algodão. Campina Grande: **EMBRAPA-CNPA**, 1997.

BELTRÃO, N.E. de M.; SILVA, L.C.; VASCONCELOS, O.L.; AZEVEDO, D.M.P. de; VIEIRA, D.J. Fitologia. In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. (Ed.). O

Agronegócio da mamona no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.37-61.

BENINCASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas (noções básicas). 2ed Jaboticabal: FUNEP, 41p. 2003.

ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; SOUZA, L. T.; SOUZA, M. A.; GROSSI, J. A.S. Efeitos de reguladores de crescimento na alongação do colmo de trigo. **Acta Scientiarum. Agronom.**v. 32, n. 1, p. 109-116, 2010.

ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; SOUZA, L. T.; SOUZA, M. A.; GROSSI, J. A.S. FERRARI, T. B.; FERREIRA, G.; ZUCARELI, V.; BOARO, C. F. S. Efeito de reguladores vegetais nos índices da análise de crescimento de plântulas de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). **Revista Biotemas**, v. 21, 2008

FERRARI, T. B.; FERREIRA, G.; ZUCARELI, V.; BOARA, C. S. F. Efeito de reguladores vegetais nos índices da análise de crescimento de plântulas de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). **Biotemas**, 21 (3): 45-51, 2008.

GHOSH, A.; CHIKARA, J.; CHAUDHARY D. R.; PRAKASH, A. R.; BORICHA G.; ZALA A. Paclobutrazol Arrests Vegetative Growth and Unveils Unexpressed Yield Potential of *Jatropha curcas*. **J Plant Growth Regul.** p. 307–315, 2010.

JUHÁSZ, A. C. P.; PIMENTA, S.; SOARES, B. O.; MORAIS, D. L. B.; RABELLO, H. O. Biologia floral e polinização artificial de pinhão manso no norte de Minas Gerais, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 44, p. 1073-107, 2009.

KOLLER, O. C.; FERRARI SOBRINHO, F.; SCHWARZ, S. F. Frutificação precoce de laranjeiras .monte parnaso com anelagem e pulverizações de ácido giberélico e óleo mineral. **Pesq. agropec. bras.**, v.34, n.1, p.63-68, jan. 1999.

KÖPPEN, W. 1948. Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. **Fondo de Cultura Económica**. México. 479p.

LACA-BUENDIA, J.P. DEL C. Efeito de doses de reguladores de crescimento no algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, 1989.

LAVIOLA, B. G.; BHERING, L. L.; MENDONCA, S.; ROSADO, T. B.; ALBRECHT, J. C. Morpho-Agronomic Characterization of the Germplasm Bank of *Jatropha* Young Stage. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 3, p. 371-379, May-Jun 2011.

LUCENA, A. M. A.; ARRIEL, N. H. C.; FREIRE, M. A. O. F.; ALBUQUERQUE, F. A., ANDRADE, J. R.; BELTRÃO, N. E. M. Descrição do padrão de floração do pinhão manso. **In:** Congresso Brasileiro de Mamona, 4 & Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia. Anais, Campina grande: Embrapa Algodão, 1681-1688p. 2010.

MORAIS, D. L. B.; KAKIDA, J.; SILVA, V. A. Reguladores de crescimento na cultura do pinhão-mansão. **In:** I Congresso Brasileiro de Pesquisas de Pinhão Manso, Brasília-DF, Novembro, 2009.

PEREIRA, J. C. S.; FIDELIS, R. R.; ERASMO, E. A. L.; SANTOS, P. M.; BARROS, H. B.; CARVALHO, G. L. Florescimento e frutificação de genótipos de pinhão manso sob doses de fósforo no cerrado da Região Sul do Tocantins. **J. Biotec. Biodivers.** v. 2, n.2:p. 28-36, 2011.