



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL**

**Guavira (*Campomanesia adamantium* (Cambess) O. Berg) em consórcio com espécies de adubos verdes para uso em Sistemas Agroflorestais: crescimento e fenologia reprodutiva**

**EVANIA XAVIER GONDIM**

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Letícia Couto Garcia

Coorientador: Prof. Dr. Edimilson Volpe



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL**

**Guavira (*Campomanesia adamantium* (Cambess) O. Berg) em consórcio com espécies de adubos verdes para uso em Sistemas Agroflorestais: crescimento e fenologia reprodutiva**

EVANIA XAVIER GONDIM

Dissertação apresentada como um dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Biologia Vegetal junto ao Instituto de Biociências/UFMS



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pela força que tem me dado para continuar na caminhada e superar minhas dificuldades;

Agradeço meus pais, minhas irmãs e minha vó pelo apoio e compreensão;

Agradeço meu marido pela paciência, compreensão, apoio, auxílios no campo, e ajuda com nosso filho Davi Luis;

Agradeço a orientadora Letícia Couto Garcia pela paciência, por acreditar na minha capacidade não deixando eu desistir, e que gentilmente me guiou na elaboração do projeto até o fim deste trabalho enxergando meu potencial;

Agradeço a Ana Cristina Ajalla e ao Edimilson Volpe pela colaboração desde o início do trabalho, com análises estatísticas, idas a campo, orientação na escrita e por receber na sua casa em pleno final de semana para correções no texto;

Agradeço a CEPAER pela implantação do experimento, os funcionários, os estagiários e em especial Rogério, Luiz e Eveline que me apoiaram em campo;

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela bolsa de mestrado a mim concedida;

Agradeço os professores e a toda estrutura da universidade (UFMS);

Agradeço ao Silvio Amorim pela ajuda com a ortografia;

Agradeço a Analice e o Klysman que me auxiliaram em campo durante minha gestação;

Agradeço a Camila Silveira de Souza e Guilherme Dalponti pela ajuda com as explicações das análises estatísticas;

Agradeço a Luciana Zequim pelo imenso apoio tanto profissional quanto emocional e sugestões no trabalho;

Agradeço aos membros da banca de avaliação, professores Andrea Araújo, Ieda Maria Bortolotto, Maria Gabriela Gutierrez de Camargo, Maria Rosângela Sigrist, Ricardo Gomes César, Silvia Rahe Pereira, Zefa Valdevina Pereira.

Agradeço a secretária do PPG Biologia Vegetal Anahí pelas inúmeras vezes em que me socorreu, em diversas situações;

Agradeço a minha turma Aline, Renata, Diego Finatti, Karina, Márcia, Ana, Ellen, Damaris, Jean, Analice, em especial Diego Morais e a Carla Cerezoli pelo apoio, e assistência com meu filho Davi Luis durante as aulas e reuniões do mestrado.

E a todos que indireta ou diretamente contribuíram para elaboração desse trabalho.

Muito obrigada a todos!



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**



*“.... Talvez não tenha conseguido fazer o melhor,  
mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o  
que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que  
era antes...”*

*(Martin Luther King)*



## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
MATERIAL E MÉTODOS.....	13
Local de estudo .....	13
Espécies do estudo .....	13
Implantação do SAF e delineamento experimental.....	14
Crescimento.....	17
Fenologia reprodutiva .....	17
Biomassa dos adubo verde .....	18
Análises Estatísticas .....	20
RESULTADOS .....	21
Crescimento.....	21
Fenologia reprodutiva .....	24
Biomassa do adubo verde.....	36
DISCUSSÃO .....	37
CONCLUSÕES .....	40
REFERÊNCIAS .....	41



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**

Guavira (*Campomanesia adamantium* (Cambess) O. Berg) em consórcio com espécies de adubos verdes para uso em Sistemas Agroflorestais: crescimento e fenologia reprodutiva

**RESUMO:** Apesar de existirem diversos estudos fenológicos nos trópicos, poucos testam as alterações fenológicas em espécies nativas sob sistema de cultivo. Estudos sobre a fenologia reprodutiva e do formato de implantação de espécies frutíferas com grande potencial econômico são necessários para saber a melhor época de coleta dos frutos. Da mesma forma, é necessário investigar as interferências do espaçamento de plantio sobre o desempenho das plantas em sistemas de cultivo como resultado de possíveis competições por recursos bióticos e abióticos. Ademais, considerando os benefícios gerados pela consorciação com leguminosas, a produção de biomassa de diferentes espécies utilizadas como adubo verde para fins de aumento no crescimento da espécie nativa e sua interação com o espaçamento deve ser melhor investigada. Desta forma, o presente estudo visou investigar experimentalmente o efeito de diferentes espaçamentos do cultivo da espécie arbustiva *Campomanesia adamantium* (conhecida popularmente como guavira ou guabiroba) em sistemas consorciados com diferentes espécies de adubos verdes sobre seu crescimento, fenologia reprodutiva e produção de frutos. Hipotetizamos que, devido à competição biótica e abiótica: (1) no maior espaçamento entre as linhas de plantio o crescimento, produção de flores e frutos de *Campomanesia adamantium* serão maiores comparativamente a plantios com espaçamentos menores (maior densidade da planta cultivada); (2) os indivíduos nos menores espaçamentos terão maior assincronia e um atraso da fenologia reprodutiva; (3) os adubos verdes com maior produção de biomassa favorecerão o crescimento e a produtividade da espécie consorciada. Para testarmos estas hipóteses experimentalmente, implantamos as mudas de *Campomanesia adamantium* em quatro blocos, nos seguintes espaçamentos (linha e entrelinha, respectivamente): (T1) 2,00 m x 0,40 m; (T2) 2,00 m x 0,80 m; (T3) 2,00 m x 1,20 m; (T4) 2,00 m x 1,60 m. Avaliamos 320 indivíduos de *Campomanesia adamantium* distribuídos nesses quatro blocos registrando a altura, área da copa durante onze meses e a fenologia reprodutiva durante 16 meses. Além disso, avaliamos a massa seca das espécies de leguminosas utilizadas como adubos verdes: *Cajanus cajan* (L.) Huth (feijão guandu), *Crotalaria breviflora* DC. (crotalária) e *Canavalia ensiformis* (L.) DC. (feijão de porco). Um terço dos indivíduos amostrados de *Campomanesia adamantium* apresentaram reprodução sexuada aos dois anos de idade e na população a floração e



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**

frutificação foi fortemente sazonal, portanto sincrônica ocorrendo na transição da estação seca-chuvosa e chuvosa. Todo o processo de reprodução desde o desenvolvimento dos botões florais até a presença de frutos maduros, durou em média de 80 dias. O período entre o surgimento das primeiras flores e as últimas plantas florirem, foi em média 30 dias. O início na emissão dos botões florais ocorreu em setembro, com pico em 26 de setembro e o pico de floração em 02 de outubro. O início da floração ocorreu antecipadamente nos espaçamentos maiores (T3 e T4), porém, apesar de ser uma diferença estatisticamente significativa, esta foi de apenas sete dias, assim como uma antecipação de três dias no auge da floração nestes espaçamentos. O pico dos frutos imaturos ocorreu no dia 05 mês de outubro e da maturação no dia 04 de dezembro, sem diferenças entre tratamentos. Ou seja, essa interação apesar de ter afetado a floração em até sete dias, não teve efeitos sobre a frutificação. Houve interação entre os diferentes espaçamentos e adubos verdes somente para quantidade de flores, ou seja, o adubo verde escolhido afetou a produção de flores em relação ao espaçamento. Apesar disso, o espaçamento entre indivíduos e o consórcio com adubos verdes não afetaram a produtividade de *Campomanesia adamantium* nessa idade do plantio (2 anos). Assim, a hipótese de que os espaçamentos afetariam a fenologia reprodutiva e produtividade foi confirmada apenas para a floração, porém com uma diferença de uma semana de antecipação que poderá antecipar a chegada dos polinizadores no maior espaçamento. Quanto às leguminosas, foi possível verificar que nos espaçamentos maiores consorciados com a mistura de *Crotalaria breviflora* e *Cajanus cajan*, resultaram em maior crescimento em altura e área de copa de *Campomanesia adamantium*. Além disso, uma maior biomassa desses adubos verdes foi verificada neste espaçamento (2,00 m x 1,60 m). Assim, essa mistura parece ser uma boa opção de adubação para a *Campomanesia adamantium* nos primeiros anos de seu ciclo. Os resultados deste estudo poderão servir de base para o cultivo da guavira em Sistemas Agroflorestais consorciados com adubos verdes. Ademais, os exemplos aqui levantados sobre os efeitos da competição por recursos em sistemas de cultivos poderão ser testados com outras espécies nativas de outras regiões do país e do mundo.

**PALAVRAS-CHAVE:** agroecologia, domesticação de plantas nativas, fenofase, frutificação, Leguminosae, restauração ecológica, sistema integrado de produção.



**TITLE:** *Campomanesia adamantium* (Cambess) O. Berg) intercropped with green manure species for Agroforestry Systems: growing and reproductive phenology

**ABSTRACT:** Although there are several phenological studies in the tropics, few test the phenological changes in native species under cultivation system. Studies on reproductive phenology and planting configuration for fruit species with great economic potential are necessary to know the best season of fruit collection. Likewise, it is necessary to investigate the interference of planting spacing on the performance of plants in cropping systems owing to possible competitions by biotic and abiotic resources. In addition, considering the benefits generated by legume intercrops, the biomass production of different species used as green manure for purposes of increasing native species growth and its interaction with the inter-row spacing should be better investigated. In this way, the present study aimed to investigate experimentally the effect of different inter-row spacings of shrub species *Campomanesia adamantium* (popularly known as guavira or guabiroba) and intercropping systems with different species of green manure on its growth, reproductive phenology, and fruit production. We hypothesize that, owing to biotic and abiotic competition: (1) in the larger row-spacing the growth, number of flowers, and fruits of *Campomanesia adamantium* will be higher compared to plantations with smaller spacings (greater density of the cultivated plant); (2) the individuals in the smaller spacings will have greater asynchrony and a delay of the reproductive phenology; (3) green manures with higher biomass production will favor the growth and productivity of the intercropped species. To test these hypotheses experimentally, we implanted the *Campomanesia adamantium* seedlings in four blocks, in the following inter-row spacings (row and inter-row, respectively): (T1) 2.00 m x 0.40 m; (T2) 2.00 m x 0.80 m; (T3) 2.00 m x 1.20 m; (T4) 2.00 m x 1.60 m. We evaluated 320 individuals of *Campomanesia adamantium* distributed in these four blocks assessing their height, crown area over 11 months, and reproductive phenology over 16 months. Moreover, we evaluated the dry mass of the legume species used as green manures: *Cajanus cajan* (L.) Huth (guandu bean), *Crotalaria breviflora* DC. (crotalaria), and *Canavalia ensiformis* (L.) DC. (pork bean). One third of *Campomanesia adamantium* individual sampled showed sexual reproduction at two years of age and its flowering and fruiting was strongly seasonal, mostly concentrated in the transition from dry to rainy season. The complete reproduction process, from the development of floral buds to the presence of mature fruits, lasted an average of 80 days. The period between the appearance of



the first flowers and the last plant bloomed, was on average 30 days. The beginning of flower buds occurred in September, with a peak on September 26 and a blooming peak on October 2. Initiation of flowering phenofase occurred earlier in the larger spacings (T3 and T4), and, despite being statistically significant difference, this anticipation was of only one week and three days for the peak flowering at these spacings. The peak of the immature fruits occurred on the October 5th and maturation on December, 4th without differences between treatments. It means, despite this interaction having affected flowering in up to seven days, it has had no effect on fruiting. There was interaction between the different spacings and green manures only for number of flowers. Thereby the green manure chosen affected the flower production in relation to in-row spacing. Despite this, the spacing between individuals and the green manure intercrops did not affect the productivity of *Campomanesia adamantium* at this planting age (2 years). Hence, our hypothesis of inter-row spacing would affect reproductive phenology and productivity was confirmed only for flowering, but with a difference of only one week in advance, which may result on pollinators to arrive some days before in the larger row-spacing. The larger spacings consorted with the mixture of *Crotalaria breviflora* and *Cajanus cajan*, the greater growth in height and crown area of *Campomanesia adamantium*. In addition, a higher biomass of these green manures was verified in this spacing (2.00 m x 1.60 m). Hence, this mixture seems to be a good option for *Campomanesia adamantium* fertilization in the first years of its cycle. Our results could be basis for guavira cultivation in Agroforestry Systems intercropped with green manures. In addition, the examples raised here on the effects of competition for resources on crop systems may be tested with other native species for common use to other regions of the country and worldwide.

**KEYWORDS:** agroecology, domestication of native plants, phenophasis, fruiting, Leguminosae, ecological restoration, integrated production system.

## **INTRODUÇÃO**

Os desafios para a domesticação de plantas nativas são grandes, pois, nas comunidades vegetais naturais ou implantadas ocorre competição intra e interespecífica por recursos abióticos e bióticos. Entretanto, dados sobre estes filtros ambientais existem para comunidades naturais e, no caso de comunidades implantadas, se restringem a culturas agrícolas tradicionais



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**

como o milho (Kang et al. 1981; Murphy et al. 1996; Schons et al. 2009), trigo (Cargnin et al. 2006; Agostinetto et al. 2008), gramíneas (Carvalho et al. 2002) e soja (Rodrigues et al. 2001; Dias et al. 2009; Amorim et al. 2011; Zanon et al. 2015). Considerando que os fatores bióticos e abióticos se interrelacionam em ambientes abertos de cultivos, poucos são os estudos de avaliação da competição entre as plantas em campo fora de um ambiente controlado (ex:casas de vegetação) (Zanine e Santos 2004). No cultivo, a disposição espacial dos indivíduos não é similar à do ambiente natural, de modo que os diferentes espaçamentos de implantação de cultivos de plantas nativas podem resultar em competição intraespecífica. De acordo com o arranjo implantado (*e.g.*, número de plantas por hectare, tamanho, posição), pode haver maior ou menor competição por recursos abióticos (*e.g.*, água, luz, nutrientes), ou bióticos (polinizadores e dispersores) resultando em plantas de diferentes tamanhos (Andersen et al. 2007).

A diminuição dos recursos abióticos disponíveis ao indivíduo pode interferir na sua sobrevivência ou não (Antonovics e Levin 1980) e, provavelmente, no investimento em crescimento (Baw et al. 2017), reprodução e no momento de ocorrência destes eventos (fenofases) (Carvalho et al. 2002). Considerando a luz como um dos fatores determinantes para o crescimento das plantas que é associada ao aumento da produtividade (Lichtenthaler et al.; 1999; Silva et al. 2003; Cramer et al.; 2011), a altura das plantas diminui com a queda da irradiância como um reflexo de uma menor taxa fotossintética (Carvalho 2013). Portanto, sob um ambiente mais adensado e sob possível maior competição por luz, os indivíduos podem crescer mais e, conseqüentemente, realizar mais fotossíntese conseguindo mais recursos no substrato, podendo se reproduzir mais e primeiro. Alguns estudos apontam que plantas cultivadas sob maior densidade (menor espaçamento) refletem em adiantamento da floração devido à um aumento da eficiência na utilização dos recursos (Gomez e Gomez 1984; Krapovickas 1994, Kathirvelan 2007; Kaihan 2011, Urage et al. 2017).

Quanto à competição por recursos bióticos, podemos citar, por exemplo, competição inter-e/ou intraespecífica por polinizadores e dispersores, o que é observado em ambientes naturais (Aizen e Feinsinger 2003; Torezan-Silingardi 2007; Albuquerque et al 2013) bem como em cultivos (Herrera 1981; Jay 1986; Junqueira e Oliveira Jr 2015), além do efeito de predadores de sementes. Tais interações (mutualísticas e antagonísticas) respondem à densidade de floração (Elzinga et al. 2007). Assim, podemos esperar que em populações estabelecidas em



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**

menores espaçamentos (mais adensadas) a quantidade/oferta de recurso (flores, frutos, sementes) por área seja maior que as em maior espaçamento, refletindo em maior visitação de polinizadores e dispersores, bem como estarão sujeitas a maior competição intraespecífica pelos mesmos, assim como à maior predação de sementes (Murawski e Hamrick 1992; Gribel et al. 1999; Fuchs et al. 2003). Desse modo, uma estratégia para evitar ou diminuir a competição pelos polinizadores e dispersores e predação seria reduzir a sincronia de floração e frutificação entre os indivíduos, fato que poderia diminuir também os cruzamentos entre indivíduos próximos. Por outro lado, indivíduos em situação de menor adensamento (maior espaçamento), poderiam adiantar as fenofases reprodutivas por sofrerem menor competição por água, nutrientes, luz, sobrando maior quantidade de recursos para serem alocados antecipadamente na reprodução.

Portanto, estudos de avaliação fenológica em consórcios são úteis aos agricultores para fins de planejamento da produção bem como para avaliar se as diferentes formas de implantação influenciam a produtividade desses sistemas com espécies frutíferas nativas. Desse modo, a caracterização fenológica permite o conhecimento de quando os eventos ocorrem, favorecendo um melhor desenvolvimento do cultivo daquele alimento, bem como auxilia a restauração de áreas nativas por conservar também a fauna local que pode ser dependente destes frutos (Camilo et al. 2013). Em programas de restauração, o estudo fenológico é ferramenta importante, pois permite a seleção de espécies que dispersam em períodos diferentes favorecendo a manutenção para a fauna ao longo do tempo (Garcia et al. 2009; Garcia et al. 2014).

Desve-se também ressaltar, a aplicação prática de que a domesticação de espécies nativas em Sistemas Agroflorestais (SAFs) é alternativa para a conservação de recursos naturais. No Brasil, o “novo” Código Florestal, considera a exploração agroflorestal de interesse social e de baixo impacto ambiental e permite a implantação de SAFs em Áreas de Preservação Permanente (APPs) nos imóveis de até quatro módulos fiscais (MF) e nas áreas de Reserva Legal (RL) em todos os imóveis. Apesar de existirem diversos estudos fenológicos nos trópicos, são escassos aqueles que envolvem fenologia, produtividade e SAFs (Falcão e Clement 2000; Ribeiro et al. 2007) e até onde sabemos ausentes os que testam alterações fenológicas em espécies nativas sob diferentes espaçamentos em sistema de cultivo de espécies nativas. Estas respostas são relevantes, uma vez que em SAF's, as plantas não mantêm o padrão fenológico



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**

característico da espécie, em razão da variabilidade genética da população (Rodrigues et. al. 2007), efeito que em cultivares normalmente é menor.

Problemas comumente encontrados pelos produtores são solos expostos em plantio de SAFs, por causa das erosões e destruição da bioestrutura do solo, bem como necessidade de adubação e a competição com espécies invasoras. Uma das estratégias utilizadas para superar isso é a consorciação do cultivo com espécies de Leguminosae utilizadas tanto para proteger o solo quanto para a disponibilização de nutrientes, sendo consideradas como “adubação verde” (Carvalho et al. 2013; Cardoso et al. 2014; Brandão et al. 2017; Santos et al. 2018). Em relação às leguminosas, algumas espécies são comumente utilizadas em projetos de restauração ecológica não somente para a manutenção da fertilidade do solo (Beltrame e Rodrigues 2007; Rayol e Alvino-Rayol 2012; Favero et al. 2001), mas também, como alternativa viável para controle de plantas espontâneas e invasoras (César et al. 2013). Nestes estudos, são utilizadas diversas espécies exóticas como o feijão de porco (*Canavalia ensiformes* (L.) DC.), feijão bravo do ceará (*Canavalia brasiliensis* Mart. ex Benth.), mucuna preta (*Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) Holland), lab-lab (*Dolichos lablab* L.), feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L.) Huth.) e nativas como a crotalária (*Crotalaria breviflora* DC.).

Portanto, a investigação do efeito dos espaçamentos de plantio sobre a fenologia reprodutiva e produtividade das espécies consorciadas é informação básica para auxiliar a definição de um sistema de cultivo. Ademais, o uso de diversas espécies em consórcio é importante para viabilizar alternativas econômicas sustentáveis aos agricultores familiares e, para a preservação de espécies nativas. Desta forma, o presente estudo visou contribuir com a investigação experimental de diferentes densidades para o cultivo da espécie arbustiva *Campomanesia adamantium* O. Berg (Myrtaceae), conhecida popularmente como guavira ou gabiroba, em sistemas consorciados com diferentes espécies de adubos verdes. Partindo do pressuposto de que quanto maior o espaçamento entre as linhas de plantio (menor densidade de indivíduos), menor será a competição por recursos bióticos e abióticos. Assim, hipotetizamos que, devido à essa menor competição : (1) no maior espaçamento entre as linhas de plantio o crescimento, produção de flores e frutos de *Campomanesia adamantium* serão maiores comparativamente a plantios com espaçamentos menores (maior densidade da planta cultivada); (2) os indivíduos nos menores espaçamentos terão maior assincronia e um atraso da



fenologia reprodutiva; (3) os adubos verdes com maior produção de biomassa favorecerão o crescimento e a produtividade da espécie consorciada.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Local de estudo**

Implantamos o experimento no Centro de Pesquisa da Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural (CEPAER) em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil (537 m de altitude; 20° 27' S; 54° 37' W). O clima da região é do tipo Aw (Tropical com inverno seco) (senso Köppen *apud* Alvares et al. 2013), com uma estação chuvosa de outubro a março (verão) e um período mais seco e frio de abril a setembro (inverno) com leve déficit hídrico em julho. A precipitação média anual nesta região é de aproximadamente 1400 mm e as temperaturas anuais médias variam entre 21 e 26 ° C (Boas et al. 2013). A média anual de chuvas é de 1.533 mm (Ramos et al. 2009).

### **Espécies do estudo**

#### *Espécie nativa cultivada*

*Campomanesia adamantium* pertencente à família Myrtaceae, é uma frutífera comercial nos Campos e Cerrados de Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, até Santa Catarina, subarbustivo ou arbusto, com 0,5-1,5 m de altura (Lorenzi et al. 2006). As flores apresentam coloração esbranquiçada, são axilares isoladas, pedicelos glabros, pentâmeras, dialipétalas, sépalas triangulares, agudas, ciliadas; pétalas ovais, conchiformes, androceu com muitos estames, anteras pequenas, rimosas, ovário ínfero, placentação axial e estigma captado (Ferreira 1972). Esta espécie é considerada autoincompatível, com a frutificação ocorrendo principalmente por polinização cruzada (Proença e Gibbs 1994; Torezan Silingardi e Del-Claro 1998). Os frutos de *Campomanesia adamantium* são suculentos, ácidos levemente adocicados com potencial para serem utilizados “in natura”, apresentando atributos de qualidade para uso na indústria alimentícia, tais como elevada acidez e alto teor de vitamina C (234 mg/100g de polpa) (Vallilo et al. 2006). É utilizada na medicina popular como anti-inflamatória, antirreumática (Ferreira et al. 2013).



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**

Em Mato Grosso do Sul (MS), Brasil, o extrativismo do fruto é tradição e a comercialização ocorre principalmente por meio do fruto “in natura” no mercado informal, como em feiras, rodovias, etc. No mercado formal pode-se encontrar o produto na forma de sorvete, picolé, licor, cerveja, entre outras. Com a valorização no Estado, o fruto passou a ser um símbolo do MS de acordo com a Lei 5.082/2017 autorizando a inclusão do símbolo em todas as divulgações turísticas do Estado.

*Espécies de Leguminosae consorciadas para adubação verde (adubos verdes)*

Utilizamos três espécies de leguminosas na adubação verde. *Canavalia ensiformis* (feijão de porco) exótica, é encontrada nas Antilhas e nas zonas africanas e asiática, tem crescimento ereto lento, podendo atingir 1,2 m de altura, herbácea, muito rústica e rasteira, sendo anual ou bianual (Silva López 2012). Por outro lado, *Cajanus cajan* (feijão guandu), originário da Índia é arbusto com crescimento semiprostrado a ereto, com ciclo de vida de 3 a 4 anos e altura de algumas linhagens entre 2 e 3 m, e, mesmo sendo desejável a “estatura” baixa para plantas em SAFs (Godoy et al 2004; Beltrame e Rodrigues 2007). *Crotalaria breviflora* é endêmica do Brasil, subarbusto de vida curta e porte ereto que pode atingir até 1,5 m (Flores 2015).

**Implantação do SAF e delineamento experimental**

O Sistema Agroflorestal foi implantado no verão de 2014 em uma área experimental de 2.500 m<sup>2</sup> (25m x 100 m). O contorno do SAF foi composto com uma linha da espécie arbórea nativa *Dipteryx alata* Vogel (Fabaceae) (cumbaru ou baru) a 3,5 m das linhas de bordadura de *C. adamantium*, com espaçamento de cinco metros. Como opção de quebra vento foi implantado ainda ao redor da linha de *D. alata* uma linha de *Saccharum officinarum* L. (cana-de-açúcar) e aos fundos *Pennisetum purpureum* Schum. (capim napier), ambas espécies exóticas de Poaceae (Fig. 1).

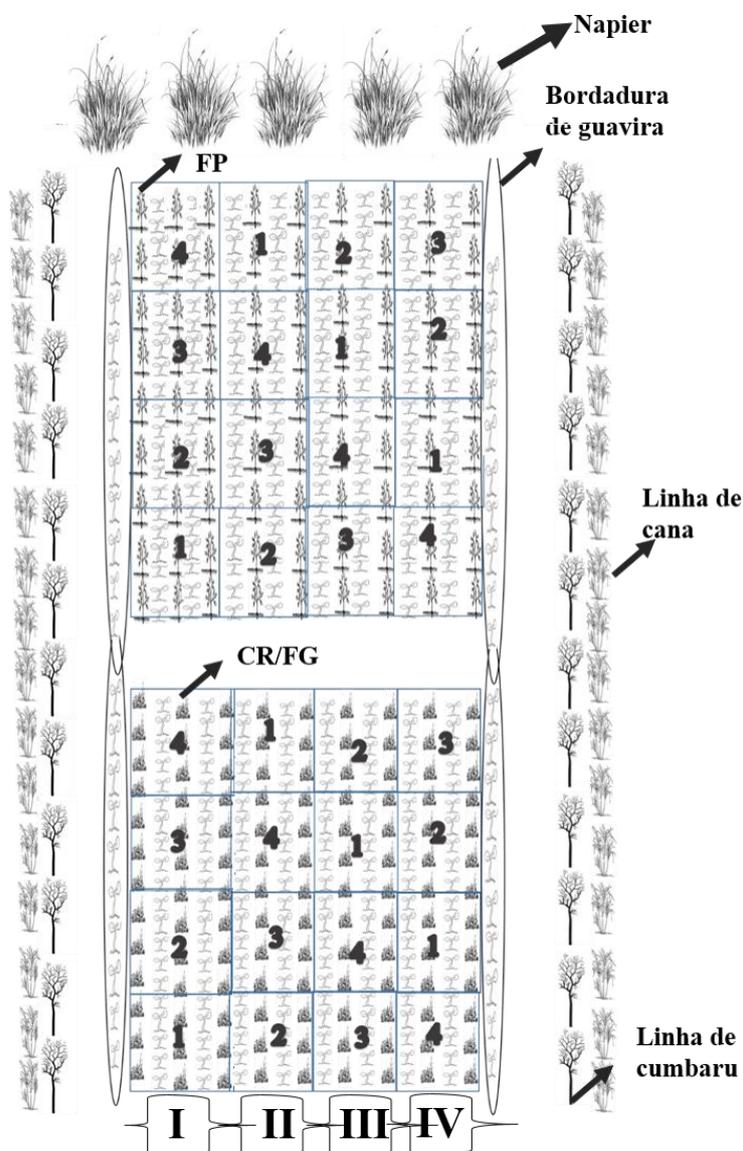
Para a produção das mudas de *Campomanesia adamantium* foram coletados frutos em novembro de 2014 de plantas produzidas em viveiro de mudas com sombreamento de 50% no CEPAER *sensu* Ajalla et al. (2014). Foram utilizados sacos de produção de mudas com capacidade de 3 kg, preenchidos com substrato composto de solo (Latosolo Vermelho Distrófico da classe textural argilosa), sendo a adubação realizada de acordo com Andrade (2002).



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**

No início da estação chuvosa de 2015, mudas de *Campomanesia adamantium* com um ano e em altura média de 15 cm, foram plantadas no local do experimento. O solo foi preparado com apenas (01) uma gradagem e foram abertos sulcos de aproximadamente 30 cm de profundidade, com sulcador tratorizado. A adubação foi feita no fundo do sulco e coberta com 5 cm de solo. Em seguida, as mudas foram plantadas em quatro tipos de espaçamento (linha e entrelinha, respectivamente): (1) 2,00 m x 0,40 m; (2) 2,00 m x 0,80 m; (3) 2,00 m x 1,20 m; (4) 2,00 m x 1,60 m, implantados em quatro blocos casualizados (Fig. 1). As parcelas foram compostas de duas linhas de *Campomanesia adamantium* contendo 12 plantas cada uma em todos os tratamentos. Nas laterais do experimento, foram implantadas linhas de *Campomanesia adamantium* como bordadura, enquanto entre duas linhas de cada bloco implantaram uma linha com a mesma finalidade, as quais foram eliminadas das análises para evitar o efeito de borda.

Para reduzir a competição com gramíneas e aumentar a disponibilidade de nitrogênio no solo e favorecimento de adubação, no centro das entrelinhas, a partir de 50 cm da *Campomanesia adamantium*, foram semeadas duas opções de adubos verdes. Nas entrelinhas da parte anterior dos blocos implantamos uma mistura de *Crotalaria breviflora* (crotalária) com *Cajanus cajan* (feijão guandu anão), e na parte posterior dos blocos *Canavalia ensiformis* (feijão de porco). A posição topográfica de todos os blocos era a mesma. A implantação misturando as duas espécies se deu devido ao *Cajanus cajan* ser de porte maior e apresentar desenvolvimento mais lento que o de *Canavalia ensiformis*. Assim, utilizamos, a *Crotalaria breviflora* como agente facilitador de *Cajanus cajan*. Para a implantação dos adubos verdes, foram abertos sulcos com aproximadamente 10 cm de profundidade e a adubação foi realizada em linha com 200 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula NPK (nitrogênio- fósforo-potássio) 0-20-20, cobrindo-se posteriormente o fertilizante com 5 cm de solo. Foram utilizadas cerca de 5-8 sementes de *Canavalia ensiformis* e 6-8 sementes *Crotalaria breviflora* e *Cajanus cajan* por metro linear, em cada linha. As sementes foram cobertas com 3-5 cm de solo.



**Figura 1.** Representação esquemática do experimento de guavira (*Campomanesia adamantium*), com uso de diferentes adubos verdes: FP: feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*); CR/FG: crotalária (*Crotalaria breviflora*) e feijão-guandu (*Cajanus cajan*), onde os espaçamentos destacados em negrito são (1) 2m x 0,40m; (2) 2m x 0,80 m; (3) 2m x 1,20 m e (4) 2m x 1,60 m, inseridos em quatro blocos casualizados (destacados em números romanos). O Sistema Agroflorestal também foi composto com bordadura lateral de baru (*Dipteryx alata*) e cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) e aos fundos de capim napier (*Pennisetum purpureum*).



## **Crescimento**

Dentro do experimento, entre 17 a 24 meses após a implantação das mudas no experimento, avaliamos a altura e área da copa de 320 indivíduos (80 por espaçamento) de *Campomanesia adamantium* a cada 60 dias durante 334 dias. Mensuramos a altura com régua graduada, a partir do solo até a inflexão da folha mais alta dos indivíduos. Para cada planta, medimos comprimento e largura da copa (Favero et al. 2001) e posteriormente calculamos a área pela fórmula a seguir (senso Zamith e Scarano 2006) que leva em consideração o maior

comprimento e largura da copa:  $AC = \frac{[(Dxd) \times \pi]}{4}$ , em que:

D = medida do maior diâmetro do comprimento;

d = medida do maior diâmetro da largura da copa;

$\pi = 3,14$ .

## **Fenologia reprodutiva**

Na amostragem fenológica, excluimos os indivíduos das bordaduras para evitar o efeito de borda e acompanhamos a fenologia reprodutiva de dez indivíduos de *Campomanesia adamantium* definidos aleatoriamente em cada espaçamento nos quatro blocos, totalizando 80 indivíduos por espaçamento e, 320 indivíduos no total. Para evitar efeito do observador (Garcia et al. 2014), o acompanhamento fenológico foi realizado pela mesma pessoa durante todo o estudo.

Durante 16 meses (março/2016–junho/2017) amostramos semanalmente (período reprodutivo) ou mensalmente (fora deste período) as fenofases botão, flor (floração) fruto imaturo e fruto maduro (frutificação) (Fig. 2). Quantificamos em todas as plantas o número de botões, flores e frutos a partir dos quais calculamos o índice de atividades (número de plantas com determinada fenofase, senso Bencke e Morellato 2002).



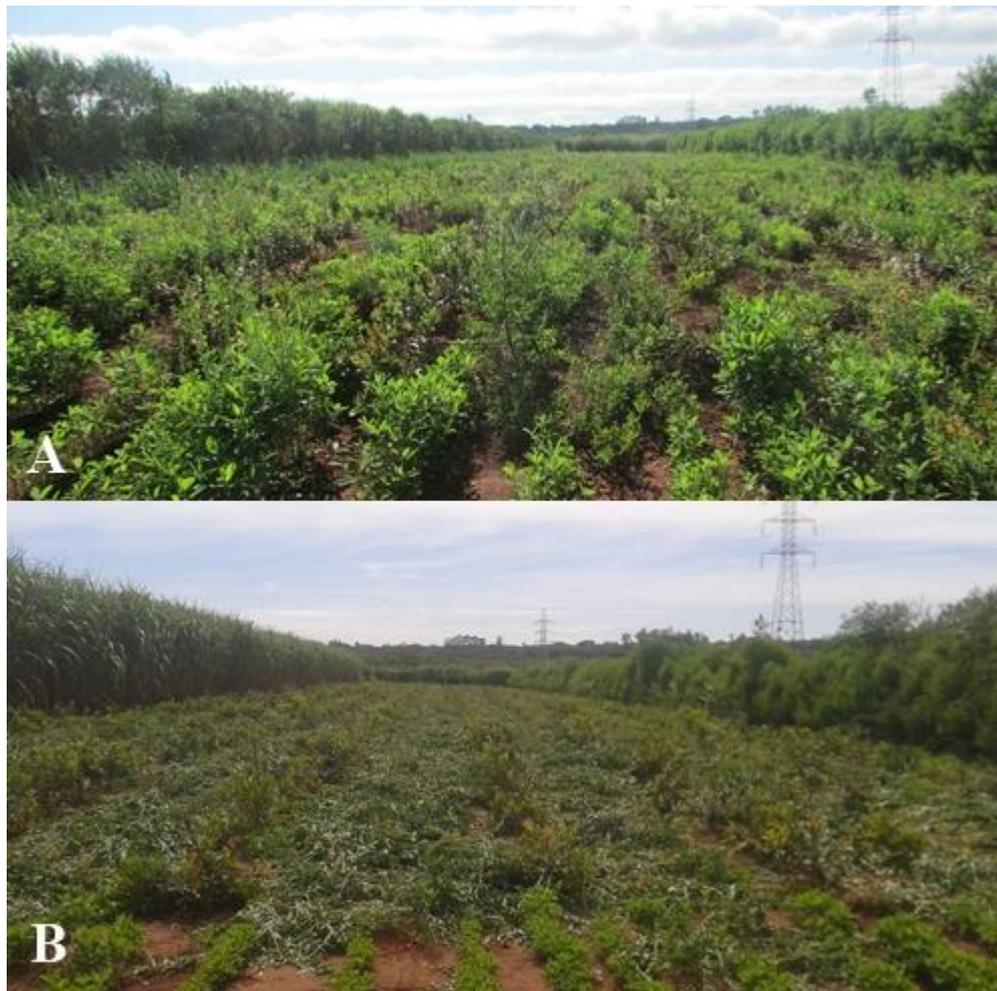
**Figura 2.** Fenofases reprodutivas observadas em plantas da guavira (*Campomanesia adamantium* (Myrtaceae) em experimento implantado no Centro de Pesquisa da Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural (CEPAER), Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil: (A) botões; (B) flores; (C) frutos imaturos e (D) frutos maduros.

### **Biomassa dos adubo verde**

Quando pelo menos 50% das plantas de *Crotalaria breviflora*, *Cajanus cajan* e *Canavalia ensiformes* estavam em fase de florescimento. O corte durante a floração foi feito principalmente pelo potencial de maiores produtividades de matéria seca de alguns adubos verdes durante a floração, menor razão de lignina/N que favorece a decomposição e adição de nitrogênio (N) sendo importante para o sequestro de carbono (C) no solo (Sisti et al., 2004; Carvalho et al. 2012; Carvalho et al. 2015). Assim, retiramos duas amostras das leguminosas cortadas a 20 cm do solo em área de 2 m<sup>2</sup> em cada entrelinha de *Campomanesia adamantium* que foram determinadas aleatoriamente. Pesamos a amostra de cada parcela no campo com dinamômetro, sendo, posteriormente, retirada sub-amostra (500-1.000 g) que foi submetida a secagem em estufa de circulação forçada de ar com temperatura de 65°C até peso constante



para determinação do peso seco. Após a amostragem, cortamos as leguminosas rente ao solo sendo depositadas como cobertura morta no local, para fins de proteção do solo (Fig. 3).



**Figura 3.** Experimento antes (A) e após (B) o corte rente ao solo de plantas de espécies exóticas de Leguminosae utilizadas como adubos verdes (*Canavalia ensiformis*, *Cajanus cajan*, *Crotalaria breviflora*) que foram deixadas como cobertura morta no solo no local em experimento de consórcio de guavira (*Campomanesia adamantium*) que foi implantado no Centro de Pesquisa da Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural (CEPAER), Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.



## **Análises Estatísticas**

### *Crescimento*

Para verificar as possíveis interações dos efeitos do espaçamento entre as plantas, do tempo após plantio e dos adubos verdes entre as variáveis altura e área de copa utilizamos Modelo Mínimos Quadrados Generalizados (Generalized Least Squares \_GLS) no Programa R versão 3.3.0 (R Development Core Team 2006). Previamente, transformamos todos os dados por meio de logaritmo natural para ajustar sua distribuição.

### *Fenologia reprodutiva*

Analisamos os dados inicialmente definindo, para cada indivíduo amostrado, o seu início e o pico de cada fenofase (botão, flor, fruto imaturo e maduro), a fim de garantir independência amostral (Talora e Morellato 2000; Morellato et al. 2010). Consideramos como início da fenofase o mês em que pelo menos um indivíduo da espécie apresentou dada fenofase e o pico do mês em que a maioria dos indivíduos amostrados registrou fenofase investigada (Garcia et al. 2014).

Analisamos os dados de início e auge das fenofases através da estatística circular utilizando o software ORIANA 2.0 (Kovach 2002). Para estas análises, avaliamos a fenologia reprodutiva (floração, frutificação) da espécie de duas maneiras, sendo a primeira como um todo (para avaliar o comportamento fenológico da espécie), utilizando conjuntamente os dados de todos os indivíduos amostrados ( $n=320$ ). A segunda análise, avaliamos os dados separando cada tratamento para comparar o efeito sobre a fenologia entre os quatro espaçamentos.

No primeiro caso, para estas análises calculamos: o ângulo médio ( $\mu$ ), que representa a data média em que a fenofase ocorre com maior frequência e sua significância através do teste de Rayleigh ( $Z$ ). O ângulo médio do vetor representado em graus indica a data média com maior probabilidade de encontrar indivíduos da espécie naquela fenofase (Garcia et al. 2009). Também avaliamos o comprimento médio do vetor ( $r$ ), sendo considerado como uma medida de grau de sazonalidade por ser um índice que vai de 0 (completa assincronia) a 1 (maior sincronia possível) (Zar 2010).

No segundo caso, avaliamos as mesmas métricas circulares mencionadas acima, mas avaliando a resposta da fenofase em cada espaçamento. Além disso, a fim de comparar os resultados entre os espaçamentos, avaliamos possíveis diferenças entre o índice de atividade do início e de intensidade do auge das fenofases entre os diferentes espaçamentos (*e.g.*, se os



diferentes espaçamentos exibem padrões sazonais similares dos eventos fenológicos (Talora e Morellato 2000; Morellato et al. 2010), através do teste Watson-Willians (F).

Com intuito de verificar as possíveis interações entre o investimento nas fenofases através da contagem do número de botões, flores e frutos imaturos e maduros e os efeitos dos espaçamentos, tempo após plantio e arranjos de adubos verdes utilizamos um modelo de Mínimos Quadrados Generalizados (Generalized Least Squares - GLS, em inglês). Previamente, transformamos todos os dados por meio de logaritmo natural para ajustar sua distribuição. Realizamos o GLS utilizando o Programa R versão 3.3.0 (R Development Core Team 2006).

#### *Biomassa de adubos verdes*

Analisamos os efeitos do espaçamento sobre a biomassa dos adubos verdes, através da Análise de Variância Fatorial utilizando os dados de massa seca das leguminosas. Sendo as médias posteriormente comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Nestas análises, utilizamos o aplicativo SAEG (Ribeiro Júnior 2001).

## **RESULTADOS**

### **Crescimento**

Houve interação significativa entre os espaçamentos com os diferentes adubos verdes e as variáveis de crescimento (Tab. 1; Fig. 4) ao longo do tempo. A altura e a área da copa dos indivíduos de *Campomanesia adantium* aumentaram significativamente com o aumento dos espaçamentos consorciados com *Crotalaria breviflora-Cajanus cajan*, e diminuiram quando consorciados com *Canavalia ensiformis* (Tab. 1; Fig. 4).

**Tabela 1.** Médias de dados de crescimento (altura e área da copa), erro padrão e respectivos valores de t e p para diferentes tempos de plantio, ou seja, dias após o plantio em que as medições foram tomadas e tratamentos (Adubo verde, espaçamento, Adubo verde:espaçamento) \*indica significância do teste a  $p < 0,05$ .

---

#### **GLS de Área de copa**

---

Coeficientes	Valor	Erro Padrão	Valor - t	Valor - p
Intercepção	3.809170	0.29195338	13.047185	0.0000*

---

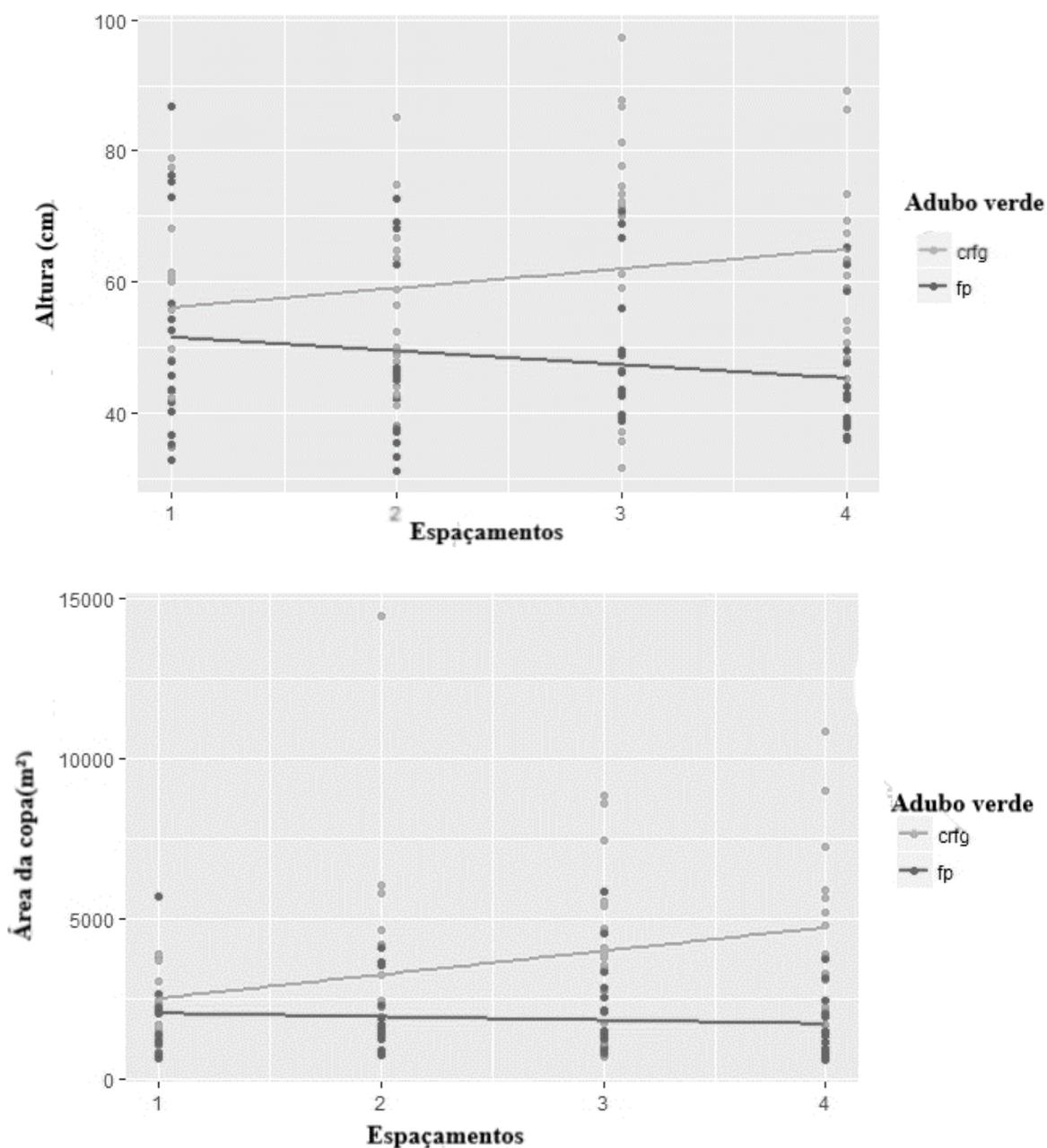


Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**

Tempo	0.005970	0.00043685	13.666639	0.0000*
Adubo verde	0.042228	0.16763708	0.251903	0.8015
Espaçamento	0.206747	0.04328371	4.776548	0.0000*
Adubo verde:Espaçamento	-0.269608	0.06121241	-4.404472	0.0000*

**GLS de Altura**

Coeficientes	Valor	Erro Padrão	Valor - t	Valor - p
Intercepção	2,7309130	0.14894669	18.334834	0.0000*
Tempo	0.0019942	0.00022287	8.947969	0.0000*
Adubo verde	-0.0191113	0.08552389	-0.223461	0.8325
Espaçamento	0.0482973	0.02208217	2.187162	0.0306*
Adubo verde:Espaçamento	-0.0815677	0.03122891	-2.611928	0.0101*

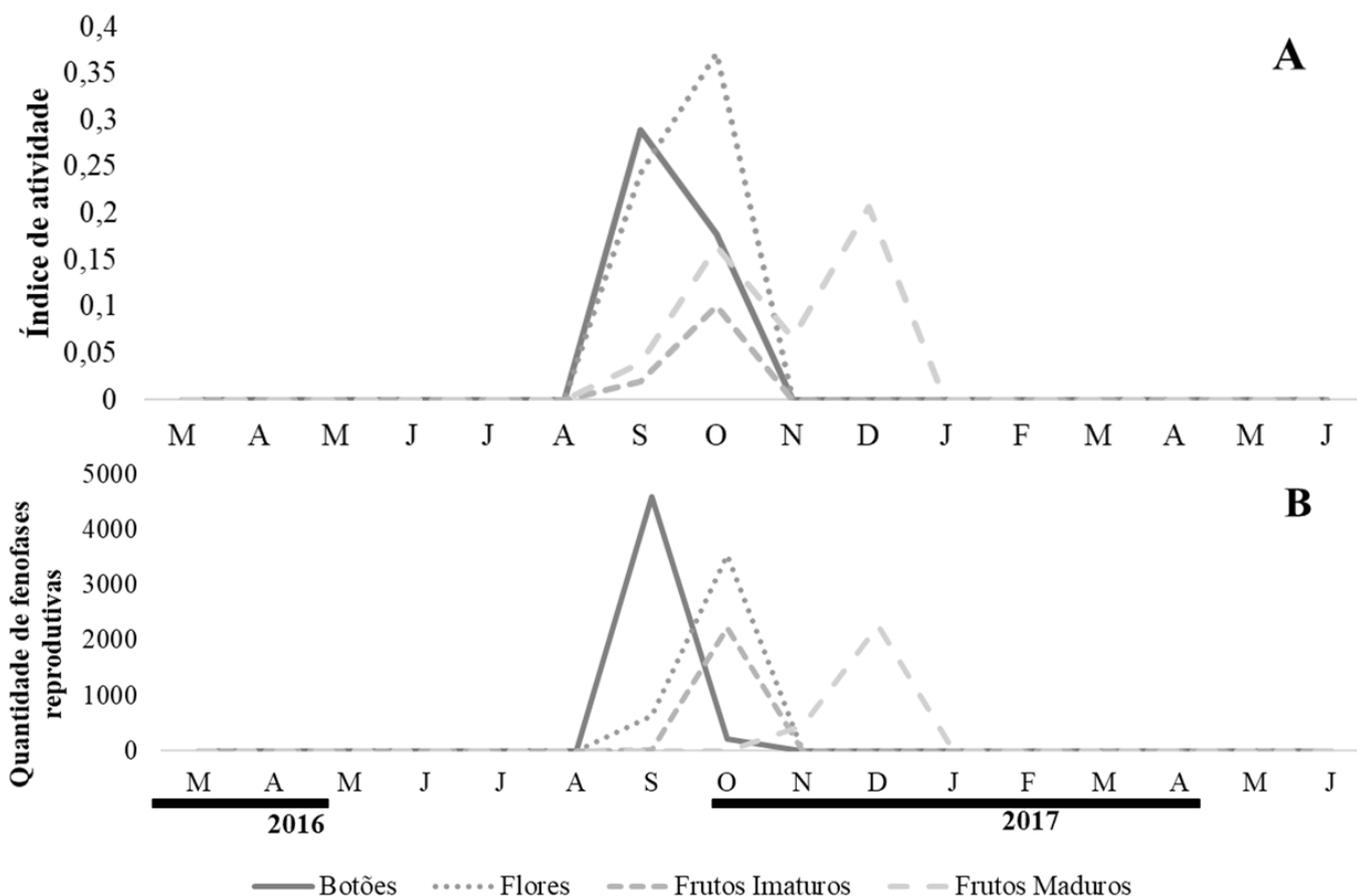


**Figura 4.** Interação entre os espaçamentos:(1) 2m x 0,40m; (2) 2m x 0,80 m; (3) 2m x 1,20 m e (4) 2m x 1,60 m de plantio de *Campomanesia adamantium* e os adubos verdes consorciados: *Canavalia ensiformes* (feijão de porco) (FP) e a mistura de *Crotalaria breviflora* (crotalária) e *Cajanus cajan* (feijão guandu) (CRFG) sobre as médias dos dados de altura e área da copa de *Campomanesia adamantium* ao longo do tempo. Resultados estatísticos na tabela 1.



### Fenologia reprodutiva

O tempo entre desenvolvimento dos botões até presença de frutos maduros demorou em média de 80 dias. A população estudada de *Campomanesia adamantium* floresceu por dois meses (setembro-outubro) e frutificou por quatro (setembro-dezembro) (Fig. 5), com todas as fenofases sendo consideradas altamente sazonais ( $r > 0,99$ ) e, portanto sincrônicas (Tab. 2). O intervalo entre as datas médias do início e pico da produção de botões e flores foi curto (5-8 dias), com picos em setembro e outubro, respectivamente, diferindo ligeiramente da frutificação que foi um pouco mais longo (10-13 dias), com pico de produção de frutos imaturos e maduros em outubro e dezembro, respectivamente (Fig. 5, Tab. 2).



**Figura 5.** Fenograma reprodutivo de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg. (guavira): índice de atividade (A) e contagem do número de botões, flores, frutos imaturos e maduros, no ano 2016 e 2017(B). As barras horizontais representam o período chuvoso (Rodrigues et al. 2009).



**Tabela 2.** Ângulo médio ( $\mu$ ), a data média, o comprimento médio do vetor ( $r$ ) e o teste de Rayleigh ( $Z$ ) (estatística circular) das fenofases reprodutivas (botão floral, flor, fruto) amostradas de março/2016 a junho/2017 mensurados em 320 indivíduos de guavira, *Campomanesia adamantium* (Myrtaceae), plantados em experimento implantado no Centro de Pesquisa da Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural. Valores com asteriscos indicam nível de significância de  $p < 0,001$ .

Fenofases	Ângulo médio ( $\mu$ ) e Data média	$R$	$Z$
Iniciação do Botão	4,616° 21 de setembro	0,997	219,558*
Pico do Botão	9,965° 26 de setembro	0,997	218,584*
Iniciação da Floração	7,105° 23 de setembro	0,996	131,964*
Pico da Floração	15,648° 02 de outubro	0,999	132,79*
Iniciação do Fruto Imaturo	9,556° 26 de setembro	0,996	89,341*
Pico do Fruto Imaturo	18,422° 05 de outubro	0,996	89,265*
Iniciação do Fruto Maduro	64,752° 21 de novembro	0,996	62,249*
Pico do Fruto Maduro	77,694° 04 de dezembro	0,996	64,793*

A sazonalidade do início das fenofases foi afetada pelos diferentes espaçamentos para a floração (Tab. 3). Somente para o início dos botões florais e para a floração (início e pico) houve diferença significativa. O início dos botões florais no tratamento 3 diferiu dos demais



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**

(Tab. 3;  $p < 0,05$ ), sendo esta diferença de apenas 3 dias (T1, T2 e T4 com data média de 21 de setembro e T3 de 19 de setembro). Porém, essa alteração não permaneceu no auge da emissão dos botões florais. Enquanto que, o início da floração nos maiores espaçamentos (T3 e T4) foi anterior aos demais tratamentos (Tab. 3;  $p < 0,05$ ), sendo esta diferença de apenas 5-7 dias (T1 com data média de 25 de setembro e T2 com data média de 27 de setembro e T3 e T4 de 20 de setembro). O auge da floração do tratamento 3 foi anterior aos demais (Tab. 3;  $p < 0,05$ ), sendo esta diferença de apenas 2-3 dias (T3 de 30 de setembro; T1 com data média de 03 de outubro e T2 e T4 com data média de 02 de outubro).



**Tabela 3.** Ângulo médio do vetor ( $\mu$ ), data média da fenofase e comprimento médio do vetor ( $r$ ). (estatística circular) das fenofases reprodutivas (botões, flores, frutos imaturos e frutos maduros) em cada espaçamento de plantio de *Campomanesia adamantium*, sendo: (T1) 2m2x 0,40m; (T2) 2m x 0,80 m; (T3) 2m x 1,20 m e (T4) 2m x 1,60 m. Sendo primeiro testado a sazonalidade em cada tratamento: a periodicidade através do Teste  $U^2$  de Watson (\*indica significância do teste a  $p < 0,005$ ), Teste da sazonalidade de cada fenofase com a comparação entre cada espaçamento: quanto ao padrão de similaridade da sazonalidade das fenofases (teste Watson-Williams ( $F$ ); \*indica significância do teste a  $p < 0,005$ )

Botões florais	Espaçamentos			
	T1	T2	T3	T4
Iniciação da fenofase dos botões:				
Periodicidade em cada espaçamento (Teste $U^2$ de Watson)	5,379*	4,773*	4,374*	2,682*
Ângulo médio do vetor ( $\mu$ )	5,17°	5,374°	2,903°	4,874°
Data media (data de maior sincronia da fenofase)	21/set	21/set	19/set	21/set
Comprimento do vetor médio ( $r$ ) (índice de 0 a 1 quanto ao grau de sincronia)	0,996	0,996	0,998	0,997
Testes de Watson-Williams ( $F$ ) (comparação de sazonalidade entre T1 e T2)	0,054			
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T1 e T3)	7,998*		7,998*	
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T1 e T4)	0,087			0,087
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T2 e T3)		9,369*		



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**



Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T2 e T4)		0,247		0,247
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T3 e T4)				5,647*

**Botões florais**

**Espaçamentos**

Auge da fenofase dos botões:	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
Periodicidade em cada espaçamento (Teste U <sup>2</sup> de Watson)	5,367*	4,788*	4,326*	2,575*
Ângulo médio do vetor ( $\mu$ )	9,975°	10,26°	9,324°	10,46°
Data media (data de maior sincronia da fenofase)	26/set	27/set	26/set	27/set
Comprimento do vetor médio (r) (índice de 0 a 1 quanto ao grau de sincronia)	0,996	0,997	0,998	0,997
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T1 e T2)	0,114			
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T1 e T3)	0,632		0,632	
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T1 e T4)	0,22			0,22
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T2 e T3)		1,334		
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T2 e T4)		0,038		0,038
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T3 e T4)			1,459	
<b>Flores</b>	<b>Espaçamentos</b>			
Iniciação da fenofase das flores:	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**



Periodicidade em cada espaçamento (Teste U <sup>2</sup> de Watson)	4,024*	2,522*	1,951*	2,036*
Ângulo médio do vetor ( $\mu$ )	8,653°	10,177°	3,493°	3,432°
Data media (data de maior sincronia da fenofase)	25/set	27/set	20/set	20/set
Comprimento do vetor médio (r) (índice de 0 a 1 quanto ao grau de sincronia)	0,996	0,997	0,999	0,999
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T1 e T2)	1,984			
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T1 e T3)	22,47*		22,47*	
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T1 e T4)	24,36*			24,36*
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T2 e T3)		36,092*		
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T2 e T4)		39,29*		39,29*
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T3 e T4)			0,005	
<b>Flores</b>	<b>Espaçamentos</b>			
Auge da fenofase das flores:	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
Periodicidade em cada espaçamento (Teste U <sup>2</sup> de Watson)	4,274*	2,635*	1,96*	2,08*
Ângulo médio do vetor ( $\mu$ )	16,313°	15,997°	13,891°	15,505°
Data media (data de maior sincronia da fenofase)	03/out	02/out	30/set	02/out
Comprimento do vetor médio (r) (índice de 0 a 1 quanto ao grau de sincronia)	0,999	0,999	0,999	1
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T1 e T2)	0,506			



Serviço Público Federal  
 Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**



Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T1 e T3)	19,34*		19,34*	
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T1 e T4)	3,172			3,172
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T2 e T3)		10,015*		
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T2 e T4)		0,849		0,849
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T3 e T4)			5,567	
<b>Frutos Imaturos</b>	<b>Espaçamentos</b>			
Iniciação da fenofase dos frutos:	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
Periodicidade em cada espaçamento (Teste U <sup>2</sup> de Watson)	1,942*	1,274*	1,97*	1,873 *
Ângulo médio do vetor ( $\mu$ )	8,914°	9,616°	9,665°	10,07°
Data media (data de maior sincronia da fenofase)	25/set	26/set	26/set	27/set
Comprimento do vetor médio (r) (índice de 0 a 1 quanto ao grau de sincronia)	0,996	0,997	0,997	0,996
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T1 e T2)	0,18			
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T1 e T3)	0,284		0,284	
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T1 e T4)	0,592			0,592
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T2 e T3)		0,001		



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**



Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T2 e T4)		0,078		0,078
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T3 e T4)				0,085
<b>Frutos Imaturos</b>	<b>Espaçamentos</b>			
Auge da fenofase dos frutos:	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
Periodicidade em cada espaçamento (Teste U <sup>2</sup> de Watson)	2,135*	1,383*	1,873*	1,913*
Ângulo médio do vetor ( $\mu$ )	2,135°	1,383°	1,873°	1,913°
Data media (data de maior sincronia da fenofase)	04/out	04/out	06/out	05/out
Comprimento do vetor médio (r) (índice de 0 a 1 quanto ao grau de sincronia)	1	1	0,99	0,995
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T1 e T2)	0,059			
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T1 e T3)	0,549		0,549	
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T1 e T4)	0,368			0,368
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T2 e T3)		0,217		
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T2 e T4)		0,094		0,094
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T3 e T4)			0,045	
<b>Frutos Maduros</b>	<b>Espaçamentos</b>			
Iniciação da fenofase dos frutos:	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
Periodicidade em cada espaçamento (Teste U <sup>2</sup> de Watson)	1,555*	0,999*	1,392*	1,061 *



Serviço Público Federal  
 Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**



Ângulo médio do vetor ( $\mu$ )	67,23°	61,463°	65,176°	64,046°
Data media (data de maior sincronia da fenofase)	23/nov	18/nov	22/nov	20/nov
Comprimento do vetor médio (r) (índice de 0 a 1 quanto ao grau de sincronia)	0,99	0,966	0,98	0,976
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T1 e T2)	A concentração não pode ser calculada para uma ou ambas as amostras.			
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T1 e T3)			A concentração não pode ser calculada para uma ou ambas as amostras.	
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T1 e T4)		A concentração não pode ser calculada para uma ou ambas as amostras.		
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T2 e T3)		A concentração não pode ser calculada para uma ou ambas as amostras.		
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T2 e T4)				A concentração não pode ser calculada



Serviço Público Federal  
 Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**



				para uma ou ambas as amostras.
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T3 e T4)			A concentração não pode ser calculada para uma ou ambas as amostras.	
<b>Frutos Maduros</b>	<b>Espaçamentos</b>			
Auge da fenofase dos frutos:	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
Periodicidade em cada espaçamento (Teste U <sup>2</sup> de Watson)	2,135*	1,383*	1,873*	1,913*
Ângulo médio do vetor ( $\mu$ )	17,556°	17,384°	19,674°	18,727°
Data media (data de maior sincronia da fenofase)	05/dez	22/nov	04/dez	04/dez
Comprimento do vetor médio (r) (índice de 0 a 1 quanto ao grau de sincronia)	0,999	0,898	0,999	0,998
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T1 e T2)	1,909			
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T1 e T3)	0,384		0,384	
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T1 e T4)	0,727			0,727
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T2 e T3)		0,598		
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T2 e T4)		0,226		0,226
Testes de Watson-Williams (comparação de sazonalidade entre T3 e T4)			0,066	



A interação entre os efeitos dos espaçamentos e dos adubos verdes sobre as fenofases reprodutivas também ocorreu somente para a floração (Tab.4; Fig. 6). No espaçamento mais adensado (menor espaçamento) (T1) houve maior produção de flores no consórcio com *Crotalaria breviflora*- *Cajanus cajan*, ocorrendo o contrário para o menos adensado (maior espaçamento) (T4) onde o consórcio com *Canavalia ensiformis* produziu maior quantidade de flores (Fig. 6), ou seja, o adubo verde escolhido parece afetar a produção de flores em relação ao espaçamento.

**Tabela 4.** Médias da quantidade das fenofases reprodutivas (botão, flor, fruto imaturo e maduro) de *Campomanesia adamantium*, erro padrão e respectivos valores de t e p para diferentes tempos de plantio (DAP), ou seja, dias após o plantio em que as medições foram tomadas, e tratamentos (Adubo verde, espaçamento, Adubo verde:espaçamento) \*indica significância do teste a  $p < 0,05$ .

<b>Botões</b>				
Coeficientes	Valor	Erro Padrão	Valor - t	Valor – p
569 DAP	88.35250	18.517072	4.771408	0.0000*
577 DAP	-33.20625	14.639031	-2.268337	0.0247
591 DAP	-69.29375	14.639031	-4.733493	0.0000*
629 DAP	-73.54375	14.639031	-5.023813	0.0000*
639 DAP	-73.54375	14.639031	-5.023813	0.0000*
Adubo verde	-24.14500	22.678689	-1.064656	0.2887
Espaçamento	-3.37000	5.855612	-0.575516	0.5658
Adubo verde:Espaçamento	4.55100	8.281086	0.549566	0.5834
<b>Flores</b>				
Coeficientes	Media flores	Erro padrão	Valor - t	Valor – p
569 DAP	6.972625	8.206406	0.849656	0.3969
577 DAP	12.680625	6.487733	1.954554	0.0525
591 DAP	29.112500	6.487733	4.487315	0.0000*
629 DAP	-0.490625	6.487733	-0.075623	0.9398



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**

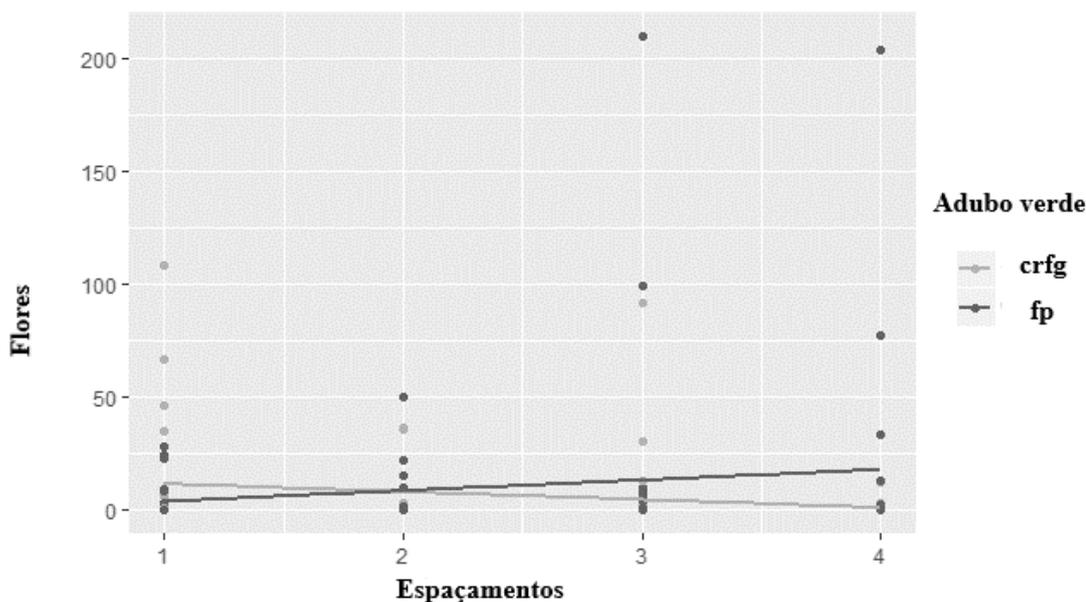
639 DAP	-0.490625	6.487733	-0.075623	0.9398
Adubo verde	-15.880000	10.050753	-1.579981	0.1162
Espaçamento	-3.506000	2.595093	-1.351011	0.1787
Adubo verde:Espaçamento	8.178400	3.670016	2.228437	0.0273*

### Frutos Imaturos

Coeficientes	Valor	Erro Padrão	Valor - t	Valor - p
569 DAP	-0.034375	0.22986298	-0.1495456	0.8813
577 DAP	0.353125	0.18172264	1.9432086	0.0538
591 DAP	0.450000	0.18172264	2.4763012	0.0144
629 DAP	-0.059375	0.18172264	-0.3267342	0.7443
639 DAP	-0.059375	0.18172264	-0.3267342	0.7443
Adubo verde	0.305000	0.28152351	1.0833909	0.2804
Espaçamento	0.038000	0.07268906	0.5227747	0.6019
Adubo verde:Espaçamento	-0.123000	0.10279785	-1.1965231	0.2334

### Frutos Maduros

Coeficientes	Valor	Erro Padrão	Valor - t	Valor - p
569 DAP	1.3875	0.9745140	1.423787	0.1566
577 DAP	0.0000	0.7704210	0.000000	1.0000
591 DAP	0.0000	0.7704210	0.000000	1.0000
629 DAP	0.0000	0.7704210	0.000000	1.0000
639 DAP	6.6875	0.7704210	8.680319	0.0000*
Adubo verde	-0.7000	1.1935311	-0.586495	0.5584
Espaçamento	-0.1250	0.3081684	-0.405622	0.6856
Adubo verde:Espaçamento	0.2200	0.4358159	0.504800	0.6144



**Figura 6.** Interação entre os espaçamentos de plantio de *Campomanesia adamantium*: (1) 2m x 0,40m; (2) 2m x 0,80 m; (3) 2m x 1,20 m e (4) 2m x 1,60 m e os adubos verdes (AV): *Canavalia ensiformes* (feijão de porco) (fp) e a mistura de *Crotalaria breviflora* (crotalária) e *Cajanus cajan* (feijão guandu) (crfg) sobre as médias dos dados de quantidade flores de *Campomanesia adamantium* ao longo do tempo.

### Biomassa do adubo verde

De modo geral, a mistura de *Crotalaria breviflora*-*Cajanus cajan* resultou em maior produção de massa seca em comparação à *Canavalia ensiformis* (Tab.5). Entretanto, em ambos os tipos de adubos verdes testados não foi registrada alteração na biomassa quando comparamos a biomassa de cada um desses adubos verdes entre os diferentes espaçamentos (Tab.5).

**Tabela 5.** Estimativa de produção ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de massa seca da parte aérea da *Crotalaria breviflora* em conjunto com *Cajanus cajan* (crotalária = CR semeada conjuntamente com feijão-guandu =FG) e da *Canavalia ensiformes* (feijão de porco=FP), consorciados com *Campomanesia adamantium* submetidos a quatro espaçamentos: (1) 2m x 0,40m; (2) 2m x 0,80 m; (3) 2m x 1,20 m e (4) 2m x 1,60 m. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas (quando se compara os diferentes espaçamentos dentre o mesmo adubo verde), e maiúsculas (quando se compara o mesmo espaçamento entre adubos verdes distintos), nas linhas, não diferem pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.



Espaçamento <i>C. adamantium</i> (m)	Produtividade (FP) Kg ha <sup>-1</sup> (Média+DP)	Produtividade (CR/FG) Kg ha <sup>-1</sup> (Média+DP)
2,00 x 0,40	2003.81±753,39 Ba	2021.64± 762,97Ad
2,00 x 0,80	1722.75±450,97 Bc	2790.66± 415,95Ac
2,00 x 1,20	1524.76± 142,30 Bd	3105.31± 446,59Ab
2,00 x 1,60	1803.06± 299,86 Bb	3129.26± 209,67Aa
<b>Média</b>	<b>1763.59±198,30</b>	<b>2761.71±516,94</b>
Coeficiente de Variação		15.145

## DISCUSSÃO

A mistura de *Crotalaria breviflora-Cajanus cajan* por, comparativamente, apresentar maior biomassa, através da adubação verde, pode ter gerado mais recursos por indivíduo de *Campomanesia adamantium*. Quando houve uma maior disponibilização de biomassa pelo adubo verde e devido ao maior espaçamento ter menor número de indivíduos por área, isso refletiu em um crescimento proporcionalmente maior por indivíduo de *Campomanesia adamantium* em altura e diâmetro. Esse maior incremento em altura e diâmetro da copa de *Campomanesia adamantium* no maior espaçamento teve interação com o consórcio com *Crotalaria breviflora-Cajanus cajan* possivelmente pelo fato destes adubos verdes de maior envergadura (*Cajanus cajan* é um arbusto e *Crotalaria breviflora* é um subarbusto, enquanto que *Canavalia ensiformes* é uma herbácea). Ademais, o maior investimento em crescimento de *Campomanesia adamantium* nos maiores espaçamentos consorciados com esta mistura de adubo verdes de maior porte resultou em seu menor investimento reprodutivo, e, portanto, menor quantidade de flores. Ou seja, nessa situação, os indivíduos de *Campomanesia adamantium* investiram mais no crescimento do que na quantidade de flores e no menor espaçamento ocorreu o oposto. Devido à plasticidade de alocação de recursos, quando há diminuição da disponibilidade de luz, as plantas tendem a investir mais em crescimento e reduzir o investimento em reprodução (Delerue *et al.* 2013). Enquanto que, o consórcio com *Canavalia ensiformes* em maior espaçamento resultou em uma menor altura, uma vez que essa espécie de adubo verde é herbácea, de menor estatura, não gerando competição por luz com os



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**

indivíduos de *Campomanesia adamantium* sob situação de baixa densidade. Enquanto que, no menor espaçamento, pelo fato dos indivíduos de *Campomanesia adamantium* estarem mais adensados, há possivelmente uma maior competição por luz entre eles refletindo em maior altura com este consórcio com *Canavalia ensiformes*. Consequentemente, é provável que tenha havido uma maior disponibilização de recursos e energia para serem investidos na reprodução de *Campomanesia adamantium*, ao invés do crescimento, refletindo em maior floração no maior espaçamento quando em consórcio com este adubo verde herbáceo.

Assim, quanto aos adubos verdes, foi possível verificar maior produtividade de biomassa no consórcio de *Crotalaria breviflora-Cajanus cajan*, justamente o arranjo que resultou em maior incremento de altura da *Campomanesia adamantium*. Essa maior biomassa pode resultar no aumento da disponibilidade de nutrientes no solo e consequente incremento do crescimento de *Campomanesia adamantium* (Severino et al. 2006; Lima et al. 2007). Com a diminuição de luz e nutrientes, estes recursos passam a ser limitantes e as plantas tendem a apresentar maiores taxas de crescimento e maior parte área (Osunkoya et al. 1994; Gunatilleke et al. 1997; Illenseer e Paulilo 2002) variando a utilização dos nutrientes entre as espécies (Elliot e White 1994). Entretanto, para confirmar essa possibilidade, o teor de nitrogênio dessas leguminosas deve ser investigado. Além disso, a escolha da espécie de adubo verde a ser utilizada dependerá de outras características benéficas que podem ser típicas de cada uma, como por exemplo o hábito ou forma de vida, velocidade de crescimento, longevidade e outros benefícios associados. Em observações pessoais no campo verificamos que as gramíneas invasoras diminuiram nas entrelinhas quando utilizamos na mistura (*Crotalaria breviflora* em conjunto com *Cajanus cajan*) e *Canavalia ensiformis*. Esta espécie é muito eficiente no controle de plantas daninhas, propiciando rápido fechamento da área, que protege o solo, mesmo nas menores densidades de semeadura (Fernandes et al. 1999; Cunha et al. 2013). Por outro lado, *Cajanus cajan* tem rápido crescimento, cobre o solo e aumenta a biomassa no estágio inicial e seu ciclo de vida relativamente longo (três anos) dificulta ação de gramíneas invasoras (Perin et al. 2004).

Em relação a área da copa, observa-se que no espaçamento menor (2,00m x 0,40m) a área foi inferior aos demais com média de  $3084,24 \pm 1270,10$  cm<sup>2</sup> após 24 meses do plantio. Esses resultados indicam um possível efeito da competição intraespecífica, havendo menor crescimento em altura e em área da copa em altas densidades. Eles também corroboram com outros estudos que demonstraram que o maior espaçamento (menor adensamento) resulta em maior dimensão da copa e da altura (Rondon 2002; Fleig et al. 2003; Nascimento et al. 2012),



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**

como resultado de menor competição por recursos (Silveira et al. 2014). Quando ocorre o contrário, maior adensamento, pode haver limitação de nutrientes e água, sendo preciso reduzir a densidade de plantas para minimizar a competição das plantas por esses recursos (Silva et al., 2006). Considerando que o valor do volume da copa é correlacionado à produção de frutos (Chapman et al. 1992), uma menor copa encontrada no espaçamento mais adensado poderá refletir futuramente em uma menor produtividade do cultivo de *Campomanesia adamantium*.

Um terço dos indivíduos de *Campomanesia adamantium* avaliados entraram em reprodução aos dois anos de idade e os eventos reprodutivos foram altamente sazonais e sincrônicos, ocorrendo logo após o equinócio da primavera. Estudos realizados anteriormente com espécies do mesmo gênero ou com a mesma espécie em outras regiões também demonstraram alta sincronia das fenofases reprodutivas (Proença e Gibbs 1993; Almeida et al. 1998; Oliveira e Gibbs 2000; Silva et al. 2001; Silva et al. 2009; Danner et al. 2010). Houve interação entre o espaçamento e os adubos verdes tanto para a quantidade de botões quanto de flores produzidas. A maior produção de número de flores no menor espaçamento ocorreu quando foi utilizado o consórcio com os adubos verdes de maior produção de biomassa (*Crotalaria breviflora* em conjunto com *Cajanus cajan*). Porém, no maior espaçamento houve um maior número de flores quando consorciadas ao adubo verde que gerou menos biomassa (*Canavalia ensiformis*). A densidade afeta a alocação de recursos para reprodução, com maior produção de flores e sementes em populações mais esparsas sendo que a menor densidade permite efeitos benéficos devido à maior disponibilidade de recursos (Mustajärvi et al. 2001).

Quanto à data média, os nossos dados apontam que as populações menos densas (maiores espaçamentos) tiveram uma antecipação da floração em até uma semana. Por exemplo, os botões tiveram uma antecipação de três dias e o início da floração entre cinco a sete dias nos maiores espaçamentos. Isso poderia ser explicado pelo fato do maior espaçamento ter menor densidade de indivíduos refletindo em uma possível menor competição por recursos que são investidos antecipação da iniciação da reprodução. Porém, nossos dados são opostos aos encontrados em estudos prévios, que indicam que populações mais adensada têm antecipação da floração em que atribuem que o aumento da densidade favorece uma maior eficiência de utilização de recursos para eventos reprodutivos (Kueneman et al. 1978; Kumaga et al. 2002; Kathirvelan et al. 2007; Urage et al. 2007; Kaihan et al. 2011). Os polinizadores avaliam a escala espacial das flores respondendo à densidade da população respondendo lentamente às mudanças temporais na disponibilização dos recursos (em até cinco dias, Thompson 1981). Ou seja, se até cinco dias de oferta de recursos florais são suficientes para serem notadas pelos



polinizadores, essa diferença de antecipação de apenas três a sete dias verificada no presente estudo poderá refletir na antecipação da chegada dos polinizadores nestes espaçamentos maiores. Polinizadores chegando antecipadamente, poderão aumentar o sucesso da polinização.

Apesar do espaçamento e a adubação verde terem afetado produção de flores, não afetaram a quantidade de frutos, conseqüentemente não comprometendo a produtividade em indivíduos aos dois anos de idade. Esses resultados demonstram que, nesta idade de plantio, a produtividade de *Campomanesia adamantium* independe da densidade de indivíduos e não é afetada pela adubação verde. Investigações em plantios de idades mais avançadas e, portanto, com maior proporção da população em estágio reprodutivo, serão necessários para testar os possíveis efeitos de alterações da sincronia entre indivíduos de populações adensadas e do efeito no cruzamento entre indivíduos próximos (Barbieri 2005; Oliveira 2005; Gomes et al. 2011). Considerando que muitas plantas não frutificaram, não foi possível uma comparação estatística da sincronia da frutificação entre os tratamentos. Esse resultado pode ser reflexo de que os indivíduos avaliados, com dois anos de idade, estão ainda em fase de desenvolvimento, e, portanto, com poucos indivíduos aptos ou prontos para reprodução sexuada. Possivelmente, será necessário mais tempo de estudo para avaliarmos diferenças na produtividade em relação aos diferentes espaçamentos testados. Alguns resultados em consórcios demonstraram que os maiores espaçamentos de plantio apresentaram efeito positivo na produção (Müller et al. 2015; Kruschewsky et al. 2007), enquanto que outros estudos relatam que espaçamentos maiores algumas vezes não são apropriados para produção (Ban et al. 2006; Streck et al. 2014; Rasul et al. 2012).

Após 724 dias (~1 ano e 10 meses) após o plantio, os indivíduos de *Campomanesia adamantium* monitorados produziram em média 10 frutos.planta<sup>-1</sup>, (0-189 frutos.planta<sup>-1</sup>). A produtividade média de *Campomanesia adamantium* registrada é de em média de 21,21 frutos.planta<sup>-1</sup> com 390 dias após o plantio (Carnevali et al. 2012) e 160 g/planta em 660 dias após o plantio (Ajalla 2012). A heterogeneidade no ciclo reprodutivo de plantas da mesma espécie é indicativo de variabilidade genética, normalmente encontrada entre plantas propagadas sexuadamente (Danner et al. 2010), como no caso de *Campomanesia adamantium*, e outros fatores como qualidade do solo, presença de polinizadores (Gentry 1974).

## **CONCLUSÕES**

A hipótese testada sobre o efeito do espaçamento demonstrou que a *Campomanesia adamantium* no menor espaçamento (2,00m x 0,40m) resultou em uma menor área de copa em



comparação com os demais tratamentos. Esses dados indicam que este espaçamento não é adequado ao cultivo da *Campomanesia adamantium*, pois a menor área de copa poderá refletir em uma menor produção de frutos por hectare. A hipótese de que os espaçamentos afetariam a fenologia reprodutiva e produtividade foi confirmada apenas para a floração, sendo que os maiores espaçamentos resultaram na antecipação da floração em até uma semana, podendo ser uma vantagem na chegada antecipada de polinizadores.

Quanto às leguminosas, foi possível verificar que nos espaçamentos maiores consorciados com a mistura de *Crotalaria breviflora* e *Cajanus cajan*, *Campomanesia adamantium* apresentou um maior crescimento em altura e área de copa. Além disso, uma maior biomassa desses adubos verdes foi verificada, bem como neste espaçamento. Assim, essa parece ser uma boa opção de adubação para a *Campomanesia adamantium* nos primeiros anos de seu ciclo e o maior espaçamento parece ser o mais adequado.

## REFERÊNCIAS

- Agostinetto D, Rigoli RP, Schaedler CE, Tironi SP, Santos LS (2008) Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. *Planta Daninha* 26(2): 271-278.
- Aizen MA, Feinsinger P (2003) Bees Not to Be? Responses of Insect Pollinator Faunas and Flower Pollination to Habitat Fragmentation. In: Bradshaw GA, Marquet PA (eds) *How Landscapes Change. Ecological Studies (Analysis and Synthesis)*, vol 162. Springer-Verlag, Berlim, 111-129p.
- Ajalla ACA (2012) Desenvolvimento e produtividade da *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg proveniente de mudas submetidas a diferentes substratos e níveis de sombreamento. 46f. Tese de doutorado em Agronomia da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados.
- Ajalla ACA, Vieira MC, Volpe E, Zárate NAH (2014) Crescimento de mudas de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg (guavira), submetidas a três níveis de sombreamento e substratos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36(2): 449-458.
- Albuquerque LB, Aquino FG, Costa LC, Miranda ZJ, Sousa SR (2013) Especies de Melastomataceae Juss. con potencial para la restauración ecológica de la vegetación riparia del cerrado/savana. *Polibotánica*, (35): 1-19.
- Almeida SP, Proença CEB, Sano SM, Ribeiro JF (1998) Cerrado: espécies vegetais úteis. Planaltina: EMBRAPA-CPAC - DF. 464p.



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**

- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22: 711-728.
- Amorim FA, Hamawaki OT, Sousa LB, Lana RMQ, Hamawaki CDL (2011) Sowing time on soybean yield potential in Uberlândia-MG. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 32(1): 1793-1802.
- Andersen MK, Hauggaard-Nielsen H, Weiner J, Jensen ES (2007) Competitive dynamics in two- and three-component intercrops. *Journal of Applied Ecology*, 44: 545-551.
- Andrade RS, Moreira JAA, Stone LF, Carvalho JA (2002) Consumo relativo de água do feijoeiro no plantio direto em função da porcentagem de cobertura morta do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 6:35-38.
- Antonovics J, Levin DA (1980) As consequências ecológicas e genéticas da regulação dependente da densidade em plantas. *Revisão Anual da Ecologia e Sistemática*, 11: 411-452.
- Ban D, Goreta S, Borosic J (2006) Plant spacing and cultivar affect melon growth and yield components. *Scientia Horticulturae*, 109:238–243.
- Barbieri VHB, Lu JMQ, Brito CH, Duarte JM, Gomes LS e Santana DG (2005) Produtividade e rendimento de híbridos de madeira doce na função de espaçamento e de recursos vegetais. *Horticultura Brasileira*, 23: 826-830.
- Baw AO, Gedamu F, Dechassa N (2017) Effect of plant population and nitrogen rates on growth and yield of okra [*Abelmoscus esculentus* (L). Moench] in Gambella region, Western Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research*, 12(16):1395-1403.
- Bencke CSC, Morellato LPC (2002) Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Brazilian Journal of Botany*, 25(3): 269-275.
- Beltrame TP, Rodrigues E (2007) Feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) na restauração de florestas tropicais. *Semina: Ciências Agrárias*, 28(1):19-28.
- Boas JCV, Fava WS, Laroca S, Sigrist MR (2013) Two sympatric *Byrsonima* species (Malpighiaceae) differ in phenological and reproductive patterns. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 208:360–369.
- Brandão SS, Salviano AM, Olszewski N, Giongo V (2017) Green manure contributing for nutrients cycling in irrigated environments of the Brazilian semi-arid. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, 02(4): 519-525.
- Camilo YMV, Souza ERB, Vera R, Naves RV (2013) Fenologia, produção e precocidade de plantas de *Eugenia dysenterica* visando melhoramento genético. *Revista de Ciências Agrárias*, 36:192-198.



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**

- Cardoso RA, Bento AS, Moreski HM, Gasparotto F (2014) Influência da adubação verde nas propriedades físicas e biológicas do solo e na produtividade da cultura de soja. *Semina*, 35: 51-60.
- Cargnin A, Souza MA, Carneiro PCS, Sofiatti V (2006) Interação entre genótipos e ambientes e implicações em ganhos com seleção em trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41(6): 987-993.
- Carnevali TO, Vieira MC, Souza NH, Ramos DD, Heredia Zárata NA, Cardoso CAL (2012) Espaçamentos entre plantas e adição de cama-de-frango na produção de biomassa das plantas e na composição química dos frutos da *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 14(4): 680-685.
- Carvalho MM, Freitas VP, Xavier DF (2002) Início de florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37(5):717- 722.
- Carvalho N (2013) Crescimento e desenvolvimento de *Artemisia* (*Artemisia annua* L) em casa de vegetação do tipo “glasshouse”. Trabalho final de Graduação – Universidade de Brasília / Faculdade de agronomia e Medicina Veterinária – Brasília, 28 p.
- Carvalho AM, Coelho MC, Dantas RA, Fonseca OP, Guimarães Júnior R, Figueiredo CC (2012) Chemical composition of cover plants and its effect on maize yield in no-tillage systems in the Brazilian savanna. *Crop and Pasture Science*, 63:1075-1081.
- Carvalho AM, Coser TR, Rein TA, Dantas RA, Silva RR, Souza KW (2015) Manejo de plantas de cobertura e na maturação fisiológica e seu efeito na produtividade do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 50(7):551-561.
- César RG, Brancalion PHS, Rodrigues RR, Oliveira AMS (2013) Does crotalaria (*Crotalaria breviflora*) or pumpkin (*Cucurbita moschata*) interrow cultivation in restoration plantings control invasive grasses? *Scientia Agricola*, 70(4): 268-273.
- Chapman CA, Chapman LJ, Wingham R, Hunt R, Gebo D, Gardner L (1992) Estimators of fruit abundance of tropical trees. *Biotropica*, 24(4): 527-531.
- Cramer GR; Urano K; Delrot S; Pezzotti M; Shinozaki K (2011) Effects of abiotic stress on plants: a systems biology perspective. *BMC Plant Biology*, 11:166.
- Cunha MB, Volpe E, Ajalla ACA, Gama TCM, Cabral JEF, Fernandes JS (2013) Produção de biomassa de *Canavalia ensiformis* (feijão-de-porco) sob diferentes espaçamentos e sua influência no desenvolvimento de plantas de *Campomanesia adamantium* (CAMBESS) O.



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**

- BERG (guavira). In: Workshop de plantas Medicinais de Mato Grosso do Sul, 16. Dourados, Anais.Dourados: UFGD.
- Danner MA, Citadin I, Sasso SAZ, Sachet MR, Ambrósio R (2010) Fenologia da floração e frutificação de mirtáceas nativas da floresta com araucária. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32: 291-295.
- Delerue F, Gonzalez M, Atlan A, Pellerin S, Augusto L, 2013. Plasticity of reproductive allocation of a woody species (*Ulex europaeus*) in response to variation in resource availability. *Annals of Forest Science*, 70 (3): 219-228.
- Dias FTC, Pitombeira JB, Teófilo EM, Barros FS (2009) Adaptabilidade e estabilidade fenotípica para o caráter rendimento de grãos em cultivares de soja para o Estado do Ceará. *Revista Ciência Agronômica*, 40(1):129-134.
- Elliott K, White AS (1994) Effects of light, nitrogen, and phosphorus on red seedling growth and nutrient use efficiency. *Forest Science*, 40:47-58.
- Elzinga JA, Atlan A, Bierre A, Gigord L, Weis AE, Bernasconi G (2007) Time after time: flowering phenology and biotic interactions. *Trends in Ecology and Evolution*, 22(8):432-439.
- Falcão MA, Clement CR (2000) Fenologia e produtividade do Ingá-Cipó (*Inga edulis*) na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 30(2):173-180.
- Favero C, Juckschj I, Alvarenga R, Costa L (2001) Modifications in the population of spontaneous plants in the presence of green manure. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36(11):1355–1362.
- Fleig FD, Schneider PR, Finger CAG (2003) Influência do espaçamento e idade da brotação na morfometria de povoamentos de *Illex paraguariensis* St. Hill. *Ciência Florestal*, 13(1): 73-88.
- Fernandes MF, Barreto AC, Filho JE (1999) Fitomassa de adubos verdes e controle de plantas daninhas em diferentes densidades populacionais de leguminosas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34(9): 1593-1600.
- Ferreira LC, Guimarães AG, Paula CA, Michel MCP, Guimarães RG, Rezende AS, Souza Filho J.D, Guimarães DAS (2013) Antiinflammatory and antinociceptive activities of *Campomanesia adamantium*. *Journal of Ethnopharmacology*, 145(1):100-108.
- Ferreira MB (1972) Frutos comestíveis nativos do D.F.: gabiobas, pitangas e araçás. *Cerrado*, 4: 11-16.
- Flores AS (2015) *Crotalaria* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB29558>>.



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**

- Fuchs EJ, Lobo JA, Quesada M (2003) Effects of forest fragmentation and flowering phenology on the reproductive success and mating patterns of the tropical dry forest tree *Pachira quinata*. *Conservation Biology*, 17:149-157.
- Garcia LC, Barros FV, Filho JPL (2009) Fructification phenology as an important tool in the recovery of iron mining areas in Minas Gerais, Brazil. *Brazilian journal of biology*, 69(3): 887-893.
- Garcia LC, Hobbs RJ, Santos FAM, Rodrigues RR (2014) Flower and fruit availability along a forest restoration gradient. *Biotropica*, 46: 114–123.
- Gentry A (1974) Flowering Phenology and Diversity in Tropical Bignoniaceae. *Biotropica*, 6(1): 64-68
- Gomes MV, Bumbieris IM, Matos FA, Cremon T, Yoshiy ML, Daniel O, Carvalho RP (2011) Produção de serrapilheira e teor de magnésio no solo de um sistema silvipastoril sob diferentes espaçamentos de eucalipto. Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão/UFGD, Resumos expandidos e trabalhos completos, Dourados, Editora UFGD, CDROM, 1-5 p.
- Godoy R, Fushita AT, Souza FHD (2004) Caracterização de onze linhagens puras de guandu selecionadas em São Carlos, SP. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(6):2206-2213.
- Gomez KT, Gomez A (1984) *Statistical Procedures for Agricultural Research*. Second ed. John Wiley and Sons, New York.
- Gribel R, Gibbs PE, Queiroz AL (1999) Flowering phenology and pollination biology of *Ceiba pentandra* (Bombacaceae) in central Amazonia. *Journal of Tropical Ecology*, 15:247- 263.
- Gunatilleke CVS, Gunatilleke IAUN, Perera GAD, Burslen DFRP, Ashton PMS, Ashton PS (1997) Responses to nutrient addition among seedlings of eight closely related species of *Shorea* in Sri Lanka. *Journal of Ecology*, 85:301-311.
- Herrera CM (1981) Fruit variation and competition for dispersers in natural populations of *Smilax aspera*. - *Oikos* 36: 51-58.
- Illenseer R, Paulilo MTS (2002). Growth and nutrient use efficiency in *Euterpe edulis* Mart. seedlings under two levels of irradiance, nitrogen and phosphorus. *Acta Botanica Brasilica*, 16(4):385-394.
- Jay SC (1986) Gestão Espacial de Abelhas Melíferas em Culturas. *Revisão Anual da Entomologia*, 31(1): 49-65.
- Junqueira P, Oliveira Júnior C (2015) Cultivo e produção de óleos essenciais de capuchinha (*Tropaeolum majus* L.) sob influência alelopática de extratos vegetais aquosos. *Cadernos de Agroecologia*, 9:4.



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**

- Kang BT, Wilson GF, Sipkens L (1981) Alley cropping maize (*Zea mays* L.) and leucaena (*Leucaena leucocephala* Lam) in southern Nigeria. *Plant Soil* 63: 165-179.
- Kaihan A, Mojtaba JK, Asad R (2011) Effects of sowing date and planting density on growth and yield of safflower cultivars as second crop. *Advances in Environmental Biology*, 5(9): 2756-2760.
- Kathirvelan P, Kalaiselvan P (2007) Studies on Agro Management Techniques for Confectionery Groundnut under Irrigated Condition. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3(1): 52-58.
- Kumaga FK, Ofori K, Coblavi CSF (2002), “Effect of time of planting on growth, flowering and seed yield of bambara groundnut (*Vigna subterranean* (L) Verdc.)”, in Begemann F., I. Mukema and E. Obed – Lawson, (Eds), 2002. 60 – 65.
- Kueneman G, Hernandez B, Wallacea DH (1978) *Experimental Agriculture*, 14: 97- 104.
- Kovach WL (2002) Oriana for Windows, Version 2.02. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, UK.
- Köppen W (1948) *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Económica. México. 479p.
- Kruschewsky GC, Macedo RLG, Venturin N, Oliveira TK (2007) Arranjo estrutural e dinâmica de crescimento de *Eucalyptus* spp. em sistema agrossilvipastoril no Cerrado. *Cerne*, 13:360-367.
- Krapovickas A, Gregory M (1994) "Taxonomia del genero *Arachis* (Leguminosae)". *Bonplandia* 8: 1-186.
- Lichtenthaler HK; Burkart S (1999) Photosynthesis and high light stress. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, 25(3): 3–16.
- Lima RLS, Severino LS, Ferreira GB, Silva MIL, Albuquerque RC, Beltrão NEM (2007) Aumento da maturidade em solo com alto teor de alumínio e ausência de matéria orgânica. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, 11 (1):15-21.
- Lorenzi H, Bacher L, Lacerda M, Sartori S (2006) *Frutas brasileiras e exóticas cultivadas: de consumo in natura*. Nova Odessa: Instituto Plantarum 640p.
- Morellato LPC, Alberti LF, Hudson IL (2010) Applications of Circular Statistics in Plant Phenology: a Case Studies Approach In: Keatley M, Hudson IL (eds) *Pesquisa fenológica: métodos para análise ambiental e mudança climática*. Springer, 357–371.



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**

- Müller MD, Brighenti AM, Paciullo DSC, Martins CE, da Rocha WSD, de Oliveira MHS (2015) Produção de plantas de pinhão manso em diferentes espaçamentos e tipos de consórcio. *Ciência Rural* 45:1167-1173.
- Murawski DA, Hamrick JL (1992) The mating system of *Cavanillesia plantanifolia* under extremes of flowering-tree density: a test of predictions. *Biotropica*, 24:99-101.
- Murphy SD, Yakubu Y, Weise SF, Swanton CJ (1996) Effect of planting patterns and inter-row cultivation on competition between corn (*Zea mays*) and late emerging weeds. *Weed Science* 44:(4) 865-870.
- Mustajarvi K, Siikamaki P, Rytkonen S, Lammi A (2001) Blackwell Science, Ltd Consequences of plant population size and density for plant–pollinator interactions and plant performance. *Journal of Ecology*, 89: 80–87.
- Nascimento DF, Leles PSS, Neto SNO, Moreira RTS, Alonso JM (2012). Initial growth of six forest tree species in different spacing conditions. *Cerne*, 18(1):159-165.
- Osunkoya OO, Ash JE, Hopkins MS, Graham A (1994) Influence of seed size and seedlings ecological attributes on shade-tolerance of rainforest tree species in northern Queensland. *Journal of Ecology*, 82:149-163.
- Oliveira PE, Gibbs PE (2000) Reproductive biology of wood plants in Cerrado community of Central Brazil. *Flora*, 195: 311-329.
- Oliveira TK (2005) Sistema agrossilvipastoril com eucalipto e braquiária sob diferentes arranjos estruturais em área de cerrado. Tese (Doutorado em Florestas de Produção) Universidade Federal de Lavras, Lavras. 150p.
- Perin A, Santos RHS, Urquiaga S, Guerra JGM, Cecon PR (2004) Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39(1): 35-40.
- Proença CEB, Gibbs PE (1993) Reproductive biology of eight sympatric Myrtaceae from Central Brazil. *New Phytologist*, 126 (2): 343-354.
- R Development Core Team, 2006. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, [www.R-project.org](http://www.R-project.org).
- Ramos AM, Santos LAR, Fortes LTE (2009) Normais climatológicas do Brasil– 1961-1990. INMET, Brasília- DF.
- Rasul F, Cheema MA, Sattar A, Saleem MF, Wahid MA (2012) Evaluating the performance of three mung bean varieties grown under varying inter-row spacing. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 22(4): 1030-1035.



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**

- Rayol BP, Alvino-Rayol FO (2012) Uso de feijão guandú (*Cajanus cajan* (L.) millsp.) como adubo verde e no manejo agroecológico de plantas invasoras em área de reflorestamento no estado do Pará. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 7(1): 104-110.
- Ribeiro Jr JI (2001) Análises estatísticas no SAEG. Viçosa: UFV, p 301.
- Ribeiro GO, Moraes RR, Gonçalves JFC, Oliveira ERN, Campos FC, Santos ALW (2007) Aspectos fenológicos de espécies constituintes de um sistema agroflorestal na Amazônia Central. *Nota Científica. Revista Brasileira de Biociência*, 5:282-284.
- Rodrigues O, Didonet AD, Lhamby JCB, Bertagnolli PF, Luiz JS (2001) Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 36 (3): 431-437.
- Rodrigues ER, Cullen Jr. L, Beltrame TP, Moscolliato AV, Silva IC (2007) Avaliação econômica de sistemas agroflorestais implantados para recuperação de reserva legal no Pontal do Paranapanema, São Paulo. *Revista Árvore*, 31(5): 941-948.
- Rodrigues CCB, Arce H, Gomes RV (2009) Variabilidade da precipitação em Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 1-5.
- Rondon EV. Produção de biomassa e crescimento de árvores de *Schizolobium amazonicum* (Hub.) Ducke sob diferentes espaçamentos na região de mata (2002) *Revista Árvore*, 26(5):573-576.
- Santos TL, Nunes ABA, Giongo V, Barros VS, Figueiredo MCB (2018) Cleaner fruit production with green manure: The case of Brazilian melons. *Journal of Cleaner Production*, 181:260-270.
- Schons A, Streck N, Storck L, Adeli G, Júnior A, Garrido D, Kraulich B (2009) Arranjos planta cultivo e mandioca milho em solteiro e consorciado: crescimento, desenvolvimento e produtividade. *Bragantia* 68 (1): 155-167.
- Severino LS, Ferreira GB, Moraes CRA, Gondim TMS, Freire WSA, Castro DA, Cardoso GD, Beltrão NEM (2006) Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes *Pesquisa agropecuária Brasileira*, 41(4):563-568.
- Silva DB, Silva JÁ, Junqueira NTV, Andrade LRM (2001) *Frutas do Cerrado*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 178 p.
- Silva EP, Vilas Boas EVB, Rodrigues LJ, Siqueira HH (2009) Caracterização física, química e fisiológica de gabioba (*Campomanesia pubescens*) durante o desenvolvimento. *Food Science and Technology*, 29(4): 803-809.



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**

- Silva HR, Costa ND (2003) Exigências de clima e solo e época de plantio. In: Silva HR, Costa ND. Melão produção: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 23-28.
- Silva López RE (2012) *Canavalia ensiformis* (L.) DC (Fabaceae). Revista Fitos, 7(3): 146-154.
- Silva PRF, Sangoi L, Argenta G, Strieder ML (2006) Arranjo de plantas e sua importância na definição da produtividade em milho. Porto Alegre, 64p.
- Silveira ER, Reiner DA, Smaniotto JR (2014) Efeito do espaçamento de plantio na produção de madeira e serapilheira de *Eucalyptus dunnii* na região sudoeste do Paraná. Revista Técnico Científica, 1(2): 1-9.
- Streck NA, Pinheiro DG, Zanon AJ, Gabriel LF, Rocha TSM, de Souza AT, Silva MR (2014) Effect of plant spacing on growth, development and yield of cassava in a subtropical environment. Bragantia, 73: 407-415.
- Sisti CPJ, Santos HP, Kohhann R, Alves BJR, Urquiaga S, Boddey RM (2004) Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in Southern Brazil. Soil and Tillage Research, 76:39-58.
- Talora DC, Morellato PC (2000) Phenology of coastal-plain forest tree species from Southeastern Brazil. Revista Brasileira de Botânica, 23(1):13-26.
- Thomson JD (1981) Spatial and temporal components of resource assessment by flower-feeding insects. Journal of Animal Ecology, 50: 49-60.
- Torezan-Silingardi HM (2007) A influência dos herbívoros florais, dos polinizadores e das características fenológicas sobre a frutificação de espécies da família Malpighiaceae em um cerrado de Minas Gerais. Tese de doutorado, USP- FFCLRP, Ribeirão Preto, 172p.
- Torezan-Silingardi HM, Delclaro K (1998) Behavior of visitors and reproductive biology of *Campomanesia pubescens* (Myrtaceae) in cerrado vegetation. Journal of the Brazilian Association for the advancement of Science, 50(4):281- 284.
- Urage E, Tana T, Gabisa M (2017) Effect of planting density on yield components and yield of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) varieties at Abeya, Borena Zone Southern Ethiopia, 3(3):2395-3470.
- Vallilo MI, Lamardo LCA, Gaberlotti ML, Oliveira E, Moreno PRH (2006) Composição química dos frutos de *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O. Berg.). Ciência e Tecnologia de Alimentos, 26(4): 805-810.
- Zanine AM, Santos EM (2004) Competição entre espécies de plantas – uma revisão. Revista da FZVA. Uruguaiana 11(1): 10-30.



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**

Zanon AJ, Winck JEM., Streck NA, Rocha TSM, Cera JC, Richter GL, Lago I, Santos PM, Maciel LR, Guedes JVC, Marchesan E (2015) Development of soybean cultivars as a function of maturation group and growth type in high lands and in lowlands. *Bragantia* 74, 400–411.

Zar JH (2010) *Biostatistical analysis*. 5 ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey