

**APRESENTAÇÃO DO MODELO WANULCAS APLICADO EM UM SAF DE NATIVAS
CONSORCIADO COM CANA-DE-AÇÚCAR NA EMBRAPA PECUÁRIA SUDESTE NA
CIDADE DE SÃO CARLOS.**

C. C. Teodoro^{1,*}, E. S. Guimarães², J. R. M. Pezzopane², M. L. F. Nicodemo², S. Crestana³

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Universidade de São Paulo, Itirapina-SP, Brasil

² Embrapa Pecuária Sudeste, Rod. Washington Luiz, Km 234, CEP 13560-970 - Fazenda Canchim, São Carlos - SP

³ Embrapa Instrumentação, Rua XV de Novembro 1452, 13560-970, São Carlos - SP

* Autor correspondente, e-mail: catiateodorosc@gmail.com

Resumo: Este artigo tem como objetivo apresentar o sistema de modelagem WaNuLCAS que simula a interação entre árvore-solo-cultura no espaço e tempo, podendo utilizar três espécies de árvores e cinco espécies de culturas. A simulação foi realizada com dados da unidade Experimental da Embrapa Pecuária Sudeste na cidade de São Carlos, SP. Para o desenvolvimento do trabalho utilizou-se a espécie arbórea *Canafistula* em um sistema silviagrícola em consórcio com a cana-de-açúcar. Pretende-se com isto, evidenciar a capacidade de simulação do referido software, sem necessariamente verificar ou validar os resultados do ponto de vista florestal ou agrônomo. Os dados obtidos pelo modelo demonstram uma proximidade significativa aos dados reais levantados na unidade experimental.

Palavras-chave: iLPF; WaNuLCAS, cana-de-açúcar, nativas, *Peltophorum dubium*.

***PRESENTATION OF THE WANULCAS MODEL APPLIED IN A NATIVE WILLOW
CONSORTED WITH SUGAR CANE IN SOUTH EAST EMBRAPA IN THE CITY OF SÃO
CARLOS.***

This paper aims to present the WaNuLCAS modeling system that simulates the interaction between tree-soil-culture in space and time, using three tree species and five crop species. The simulation was performed with data from the Embrapa Livestock Experimental Unit in the city of São Carlos, SP. For the development of the work was used a tree species *Canafistula* in a sylvatic system in consortium with sugarcane. This is intended to highlight the ability of simulation of said software, without necessarily verifying or validating the results from a forest or agronomic point of view. The data obtained by the model show a proximity to the data collected in the experimental unit.

Keywords: ICLS; WaNuLCAS; sugar cane, natives, *Peltophorum dubium*.

1. Introdução

A modelagem é uma ferramenta importante para a ciência, pois possibilita através de simulações, tomada de decisões rápidas, favorecendo o planejamento de uma possível realização de experimentos e obtendo ganho de tempo e recursos (Corrêa et al., 2013a; PINTO, 2002). Os modelos auxiliam na junção de diferentes elementos da pesquisa e em suas interações genética, fisiológica e ambiental (BOOTE et al., 1995). É uma ferramenta que pode ser usada para testar ou gerar uma nova hipótese, e tem como intuito prever o comportamento de um sistema em condições desconhecidas. Os modelos não têm o potencial de gerar dados, pois dados são gerados a partir de experimentação (PEREIRA, 1984). Corrêa et al. (2013b), consideram que a modelagem tem como objetivo estabelecer diagnóstico de funcionamento de um ou mais processos, identificando suas carências científicas a serem exploradas. É possível, através da modelagem, integrar conhecimentos

interdisciplinares, facilitando a observação do objeto de pesquisa, predizendo o comportamento de integração agrícola ainda não realizado, permitindo um conhecimento da integração em diferentes escalas de tempo e espaço (CORRÊA et al., 2013). O modelo WaNuLCAS foi desenvolvido por Meine van Noordwijk, Betha Lusiana, Ni'matul Khasanah, Rachmat Mulia no ano de 1999, para realizar a interação solo-cultura-árvore, através da arquitetura acima e abaixo do solo. O modelo utiliza a plataforma Stella para suas simulações e está disponível gratuitamente no site do Icrat. A principal função do Wanulcas é avaliar o desempenho sustentável de sistemas agroflorestais. O modelo foi criado com quatro camadas de solo exploradas por raízes das culturas e árvores, e suas interações acontecem conforme a proporção de ambos os componente no espaço e tempo (NOORDWIJK M. V. et al., 2011).

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de Estudo

A área selecionada é uma unidade experimental da Embrapa Pecuária Sudeste, sediada na cidade de São Carlos-SP com latitude de 22 ° 01 'sul e longitude de 47 ° 53' West, um sistema silvipastoril com sete espécies de nativas da região: Angico-Branco (*Anadenanthera colubrina*), Canafistula (*Peltophorum dubium*), Ipê-felpudo (*Zeyheria tuberculosa*), Jequitibá-branco (*Tariniana estrellensis*) e Pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*). De acordo com a classificação de Köpen, o clima da área de estudo é subtropical Cwa-Awa, com precipitação média anual de 1440 mm e temperatura de 21,2 °C, tendo inverno seco de abril a setembro, e verão quente e úmido, de outubro a março, a umidade relativa do ar anual média é de 75,6%, com altitude de 860m. A granulometria do solo foi de areia: 699, argila: 232, silte: 69 (MARCONDELLI et al., 2018). As árvores foram plantadas em cinco faixas em aléias, o espaçamento entre as árvores foi de 2,5m x 2,5m com faixas espaçadas de 22m.

2.2. Descrição do modelo teórico

O modelo necessita de uma grande quantidade de dados de entrada, assim utilizou-se apenas uma espécie arbórea para rodar o modelo, a Canafistula, foi simulada a mesma condição de espaçamento descrita da área de estudo e consorciada com cana-de-açúcar entre renques em um período de 11 anos.

O WaNuLCAS versão 4.0 foi desenvolvido com o intuito de simular interações árvore-solo-cultura, acima e abaixo do solo, levando em consideração as interações envolvendo água, nutrientes e luz, com base nas densidades do comprimento da raiz da árvore e da cultura. O modelo representa um perfil de solo de quatro camadas e quatro zonas espaciais, utilizadas pelas árvores e culturas, em solos planos ou com declividade onde as interações ocorrem de diferentes formas. A simulação ocorre com a absorção de recursos, simultaneamente entre as árvores e a cultura, sempre de acordo com a demanda de cada componente e a proporção de cada um no solo. A proporção da captura de radiação é determinada pelo índice de área foliar de cada componente. A densidade radicular das árvores são as variáveis que determinam a proporção da captura de água e nutrientes (PINTO, 2002). Os diversos componentes utilizados pelo WaNuLCAS são formados por dados de clima, solo, absorção de luz, balanço de água, balanço de nitrogênio, competição por água e nutrientes, matéria orgânica, crescimento da parte aérea e erosão.

Os dados da espécie arbórea foram retirados de artigos acadêmicos e de medições realizadas na área de estudo. Os dados de solo e clima foram retirados de artigos acadêmicos da área de estudo. Os dados da lavoura da cana-de-açúcar obteve-se através do trabalho de Pinto (2002) levantados através do banco de dados da Esalq.

O calendário de plantio das árvores ocorreu no dia 1 de janeiro de 2008 e não houve corte da Canafistula nos 11 anos, o calendário da cultura ocorreu no dia 1 de março de 2008 e com corte em 19 de julho do outro ano, os anos seguintes foram simulados com plantios em 23 de julho e corte após um ano. Para os 11 anos foram realizados 2 ciclos de 4 anos e um intervalo de 1 ano para pousio, o primeiro ano dos ciclos são de cana planta e os outros três anos são compostos por cana

soca; colheu-se a lavoura próximo a 20 de julho de cada ano.

Para a simulação, o ano iniciou-se no dia zero e optou-se por não haver restrição de água e nutrientes, para tanto, os parâmetros de restrição de água e nutrientes foram posicionados no indicador zero. Foi inserido o valor de 15% para a porcentagem de declividade do solo na interface 2 do modelo na simulação. Segundo o manual, o modelo não possui boa sensibilidade para essa função.

O modelo WaNuLCAS fornece várias informações de saída, tais como: balanço hídrico e balanço de nutrientes, fósforo e nitrogênio, que podem ser representadas através de tabelas e gráficos.

3. Resultados e Discussão

A tabela abaixo representa a comparação entre os valores obtidos da Canafístula na unidade experimental e na simulação do modelo WaNuLCAS em um período de 11 anos.

Tabela 1. Comparação entre dados da unidade experimental e modelo WaNuLCAS

Canafístula	Dados reais	Simulação (WaNuLCAS)
Altura (H)	9,019	8,79
Altura do início da copa	4,02	-
Diâmetro da altura do Peito	11,68	31,3
Largura da copa (raio)	3,01	3,01
Altura da copa	4,99	5,33

Fonte: Elaborado pelo autor

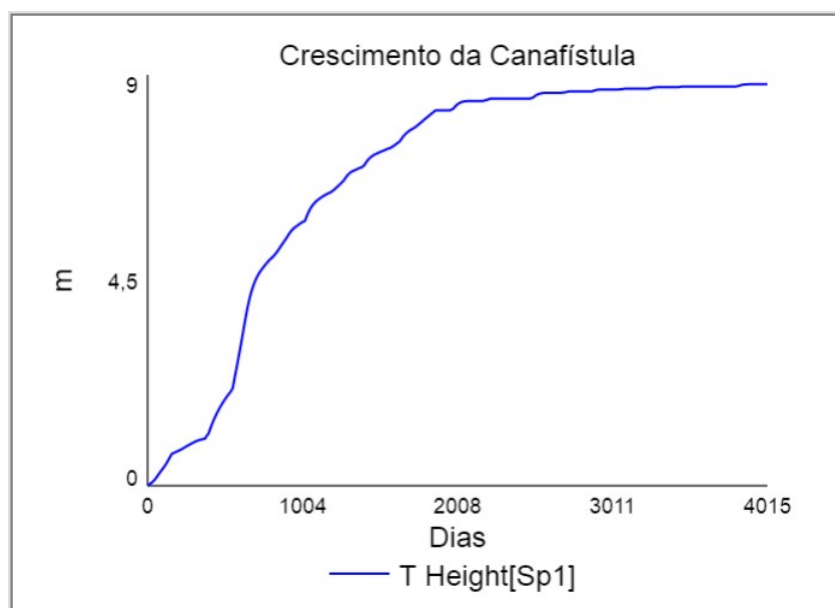


Figura 4. Gráfico de crescimento da Canafístula em um período de 11 anos no modelo WaNuLCas.

O gráfico acima demonstra o crescimento da Canafístula simulada em consórcio com a lavoura da cana-de-açúcar em um período de 11 anos, assim obteve-se o valor de 8,79 m, sendo muito próximo ao valor encontrado na área de estudo de 9,01 m. O eixo X do gráfico representa os 11 anos simulados enquanto que o eixo Y representa o crescimento constante da espécie arbórea no período.

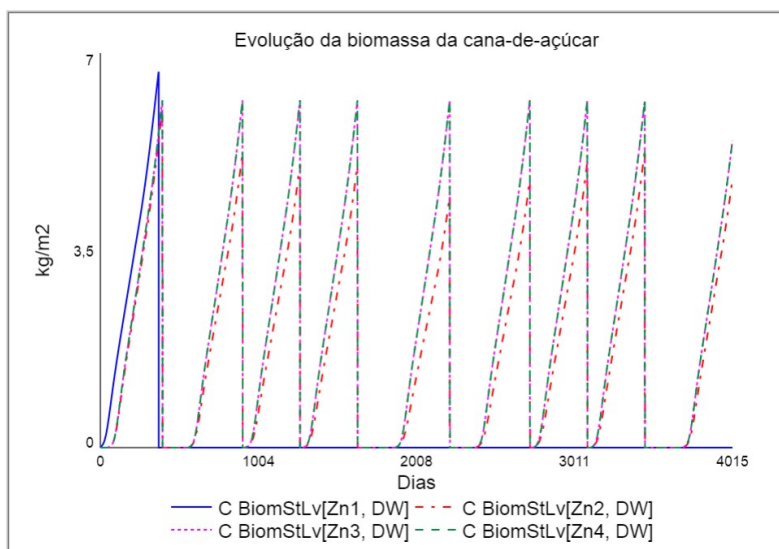


Figura 5. Gráfico de crescimento da lavoura da cana-de-açúcar em um período de 11 anos em consórcio com a espécie *Canafistula* no modelo WaNuLCAS.

Para o primeiro ano do ciclo o valor médio de biomassa foi de $5,85 \text{ kg/m}^2$ e para o segundo ciclo $5,69 \text{ kg/m}^2$. Pinto (2002) simulou a cana-de-açúcar em um período de 20 anos, obtendo um valor médio da biomassa de $4,96 \text{ kg/m}^2$ e valor máximo de $6,06 \text{ kg/m}^2$ em argissolo vermelho. Resultados de Machado et al. (1982) sobre a avaliação do crescimento da cana-de-açúcar na região de Piracicaba, demonstrou um valor de biomassa de $5,3 \text{ kg/m}^2$ em latossolo vermelho amarelo. Neste trabalho, no primeiro ciclo da produção de biomassa da cana-de-açúcar na zona 1, temos o maior valor dos ciclos com $6,43 \text{ kg/m}^2$, para os outros anos de todos os ciclos obteve-se o valor zero, possivelmente no primeiro ano a zona 1 não sofreu competição pelo tamanho das espécies arbóreas, sendo que essas ainda estavam em desenvolvimento.

4. Conclusões

A área selecionada foi um sistema silvipastoril, localizado na Embrapa Pecuária Sudeste, apto para o consórcio de *Canafistula* e a lavoura da cana-de-açúcar, as árvores foram plantadas em aléias, que possivelmente favorece o desenvolvimento da produção de cana-de-açúcar dentro do sistema. As simulações foram realizadas utilizando o do modelo WaNuLCAS, que possibilitou avaliar o uso da cana-de-açúcar como um componente da iLPF de uma forma qualitativa. O modelo disponibiliza diversas tabelas e gráficos que podem ajudar nas experimentações de campo. O modelo não apresenta boa sensibilidade para o uso de áreas declivosas.

Diante das simulações é possível afirmar que a cana-de-açúcar pode ser utilizada como componente do sistema integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) desde que seguidas as melhores práticas de manejo e fomentando o incentivo econômico para o sistema.

Agradecimentos

Agradeço em especial a Dra Maria Luiza Nicodemo e Dr. José Ricardo Pezzopane pela disponibilidade do estudo do SAF da Embrapa Pecuária Sudeste e pelo acolhimento nos momentos de dificuldade.

Agradeço a CAPES pela bolsa concedida.

Referências

- BOOTE, K.J., JONES, J.W., NIGUEL, B.P., 1995. Potential Uses and Limitations of Crop Models. *Agron. J. Abstr.* 88, 704–716.
- CORRÊA, S.T.R. et al. Aplicações e limitações da modelagem em agricultura – Revisão. *Braz. J. Agric.* 86, 1–13. 2013a.

- MACHADO, E.C, et al. Índices biométricos de duas variedades de cana-de-açúcar. Pesquisa Agropecuária Brasil. 17, 1323–1329. 1982.
- NOORDWIJK, M.V., et al. WaNuLCAS. ICRAF. 2011
- PEREIRA, A.R., Mathematical Modeling. Elsevier Science Publish. BV 31, 217–218. 1984.
- PINTO, L.F.G. Avaliação do cultivo de cana-de-açúcar em sistemas agroflorestais em Piracicaba, SP (Doutorado). Escola de Ensino Superior Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2002