

**Programa computacional PPBB_MX: modelagem da produtividade potencial de
Brachiaria brizantha (variedades cultivadas Marandu e Xaraés)**

E. R. Detomini¹, D. Dourado Neto²

RESUMO: Embora a poácea *Brachiaria brizantha* seja a espécie vegetal que ocupa a maior área cultivada no Brasil, praticamente não existem ferramentas eficazes para estimar sua produtividade potencial em função da época e do local do ano. O objetivo deste trabalho é apresentar um programa computacional capaz de calibrar e simular, de forma estocástica, a produtividade potencial de fitomassa seca de parte aérea de *Brachiaria brizantha*, cultivares Marandu e Xaraés, conforme a latitude da unidade produtora, a época do ano (a partir da data de desfolha), e os elementos do clima (radiação solar incidente e temperatura do ar). Com base em um método numérico iterativo e em dados de pastagens conduzidas irrigadas por pivô central na ESALQ/USP, solo do qual se procurou manter a umidade próxima à “capacidade de campo”, elaborou-se, em linguagem de programação Visual BASIC para ambiente Windows, o programa PPBB_MX. Para pastagens com elevada densidade populacional de perfilhos e sob condições ótimas de suprimento hídrico e de nutrientes, o programa PPBB_MX simula satisfatoriamente, através do modelo proposto, a produtividade potencial dos genótipos contemplados em função do local e da época do ano.

PALAVRAS-CHAVE: simulação, irrigação, pastagem

Software PPBB_MX: potential productivity modeling of *Brachiaria brizantha* (cultivars Marandu and Xaraés)

SUMMARY: Although *Brachiaria brizantha* is the most cultivated tropical grass specie in Brazil, there is practically no single tool to predict its potential production under near-optimal conditions. The objective of this paper is to present a software to calibrate and simulate stochastically the shoot biomass potential productivity (output variable) of *Brachiaria brizantha* (cultivars Marandu and Xaraés) as a function of the following input variables: local latitude, season (from cutting date – Julian day), length of regrowth (time, days) and climate attributes (global solar radiation and air temperature). By using an iterative method and field

¹ Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Doutorando em Irrigação e Drenagem (Bolsista do CNPq), Departamento de Engenharia Rural, ESALQ/USP, Av. Pádua Dias, 11. CEP 13418-900, Piracicaba, SP. (19) 3429 4217 (ramal 223). e-mail: detomini@esalq.usp.br

² Professor Associado, Departamento de Produção Vegetal, ESALQ/USP. Piracicaba, SP.

experimental data of swards irrigated by center pivot at ESALQ/USP (Piracicaba, SP, Brazil), where the humidity of soil was kept around “field capacity”, PPBB_MX (Visual Basic for Windows) was built. This software greatly simulates, for pastures with high tiller density and under near-optimal conditions of water supply and high levels of nitrogen supply, the potential productivity of shoot dry-matter in function of localization and year season.

KEYWORDS: Simulating, irrigation, pasture

INTRODUÇÃO

Por meio de programas computacionais, os modelos matemáticos vêm se tornando cada vez mais disponíveis ao uso agropecuário; como, por exemplo, para adequar um genótipo a um ambiente e balizar épocas de semeadura. Os modelos representam a melhor forma de sintetizar o conhecimento sobre os diferentes componentes de um sistema ao sumarizar dados e transferir os resultados de pesquisa à aplicação dos usuários (THORNLEY, 1998).

A produtividade potencial de um genótipo é aquela obtida a partir de condições experimentais supostamente ideais, onde a população de plantas é a máxima que a parte aérea permite, estando sob um rigoroso controle de pragas e sob um adequado suprimento hídrico e de nutrientes (ALBERDA, 1970), além da contemplação de adubações nitrogenadas elevadas, no caso da produção de forragem.

O objetivo deste trabalho é apresentar os fundamentos do programa computacional PPBB_MX, no intuito de permitir a calibração e a simulação estocástica da produtividade potencial de fitomassa seca de parte aérea de *Brachiaria brizantha*, cultivares Marandu e Xaraés, conforme a latitude local, a época do ano (a partir da data de desfolha), e alguns elementos do clima (médias diárias de radiação solar incidente e de temperatura do ar).

MATERIAL E MÉTODOS

O programa computacional PPBB_MX foi elaborado em linguagem de programação Visual BASIC para ambiente Windows (DOURADO NETO et al., 2004), com base em técnicas de modelagem matemática e nos resultados experimentais obtidos por DETOMINI (2004), o qual conduziu um grupo de dois experimentos no delineamento em quadrado latino

($p=5$), onde cada experimento se referia a um genótipo (capim Marandu e capim Xaraés) e os tratamentos aos subperíodos de desenvolvimento vegetal.

A experimentação ocorreu entre Novembro e Fevereiro, no Departamento de Produção Vegetal – ESALQ/USP. O manejo da irrigação foi por aspersão com pivô central, sendo que o monitoramento da umidade do solo era realizado com base na leitura da média dos potenciais mátricos de 3 baterias de tensiômetros com coluna de mercúrio, concebidos e instalados conforme os procedimentos preconizados em LIBARDI (2000). Tratando-se de um Nitossolo Eutroférico típico, a irrigação era acionada toda vez que os tensiômetros indicavam uma tensão de 0,4 m (umidade crítica), para que a redução dos processos de evapotranspiração não viesse, teoricamente, a reduzir a produtividade potencial da cultura (DOORENBOS & KASSAM, 1979). No cálculo da lâmina de irrigação, procurou-se não elevar a umidade acima daquela correspondente à “capacidade de campo” para não reduzir a aeração do solo.

Anteriormente à semeadura das pastagens, fez-se uma avaliação dos emissores quanto à uniformidade de distribuição de água e ao coeficiente de uniformidade de Christiansen ($CUC > 0,85$), adequando-se a vazão dos emissores conforme a área irrigada do anel circular de responsabilidade de cada emissor (COLOMBO, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do histórico de radiação solar global incidente e das temperaturas médias diárias do ar, define-se a função de densidade de probabilidade, a partir da qual são amostrados 1000 valores de um dos atributos climáticos para a estimação de fitomassa seca de parte aérea (*FSpa*), para cada dia do ano em que se estende o ciclo de rebrota, a partir da data de corte e da latitude local escolhida.


O menu de entrada do programa PPBB_MX é apresentado na Figura 1.

A Figura 2 mostra o resultado de uma simulação realizada pelo programa PPBB_MX, no qual se obtém a produtividade de parte aérea (fitomassa seca elaborada) do capim Xaraés a partir de uma desfolhação feita em 22 de novembro, em Piracicaba, SP (município o qual dispõe, para cada dia do ano, de um histórico de temperatura média do ar e de radiação solar incidente de 85 e 25 anos, respectivamente). Nesta circunstância, foram simuladas produtividades de fitomassa seca de parte aérea variando entre 16156 e 17458 kg.ha⁻¹, ao final de 66 dias considerados.

No software PPBB_MX, existem 6 possibilidades de escolha de distribuição probabilística dos resultados, os quais são: Caso (1) – simula temperatura, assumindo

distribuição normal truncada, onde os valores extremos são os valores máximo e mínimo da série histórica para cada dia para cada localidade, fixando a radiação solar global (valor médio); Caso (2) – simula a radiação solar global, assumindo a distribuição normal truncada, onde os valores extremos são os valores máximo e mínimo da série histórica para cada dia para cada localidade, fixando a temperatura (valor médio); Caso (3) – simula temperatura, assumindo distribuição triangular simétrica, , onde os valores extremos são os valores máximo e mínimo da série histórica para cada dia para cada localidade, fixando a radiação solar global (valor médio); Caso (4) – simula a radiação solar global, assumindo a distribuição triangular simétrica, onde os valores extremos são os valores máximo e mínimo da série histórica para cada dia para cada localidade, fixando a temperatura (valor médio); Caso (5) – simula temperatura, assumindo distribuição triangular assimétrica, a qual é caracterizada pela moda e pelos valores extremos (valores máximo e mínimo) da série histórica para cada dia para cada localidade, fixando a radiação solar global (valor médio), e; Caso (6) – simula a radiação solar global, assumindo a distribuição triangular assimétrica, a qual é caracterizada pela moda e pelos valores extremos (valores máximo e mínimo) da série histórica para cada dia para cada localidade, fixando a temperatura (valor médio).

PPBB_{cut} (Produtividade potencial de Brachiaria brizantha - Marandu e Xaraés). D. Dourado Neto, E.R. Detomini & P.A. Manfron, 2004.



Setup - definições gerais

Data do primeiro dia do ciclo
 Ano: 2003 Mês: Novembro Dia: 22
 Duração do ciclo: 66 dias
 Dia juliano: 326

Latitude
 Graus: 22 Minutos: 43 Hemisfério: Sul

Calibração: (1) Piracicaba, SP; (2) Xaraés; (3) 22 de novembro de 2003.

Histograma Finalizar

Resultado durante o ciclo...

Dia	T (°C)	Dr	IAF (m²/m²)	H (h/dia)	q (cal/cm².min)	Adc (µL/cm².h)	CRmc	CRs	CHO (Fb) (kg/ha)	FSraiz (kg/ha)	FSpa (kg/ha)	FStotal (kg/ha)
326	24.0	0.01	0.04	13.21	0.2956774822	122906.7	0.5918	0.0096	82.8	27.2	21.8	49.0
327	24.2	0.03	0.12	13.22	0.2167587735	49343.54	0.5950	0.0260	329.4	108.7	87.1	195.8
328	22.9	0.04	0.20	13.23	0.0989425996	10374.63	0.5732	0.0432	474.8	155.0	124.1	279.1
329	25.0	0.06	0.32	13.25	0.3054813937	14148.13	0.6075	0.0679	967.6	321.2	257.2	578.4
330	23.8	0.07	0.43	13.26	0.1591699330	5379.33	0.5885	0.0915	1313.6	434.3	347.8	782.1
331	25.2	0.09	0.58	13.27	0.2454747038	4810.00	0.6095	0.1205	1857.1	618.2	495.1	1113.3
332	21.8	0.10	0.68	13.28	0.1356150395	1890.41	0.5507	0.1408	2155.3	709.4	568.1	1277.5
333	23.9	0.12	0.82	13.29	0.2833910000	2439.09	0.5910	0.1679	2707.7	890.7	713.3	1604.0
334	24.0	0.13	0.98	13.30	0.2575204174	1750.34	0.5934	0.1960	3257.3	1071.8	858.4	1930.1
335	23.2	0.15	1.12	13.31	0.1376019602	828.10	0.5788	0.2115	3580.9	1175.7	941.7	2117.4
336	26.4	0.16	1.34	13.31	0.2830500667	1169.84	0.6235	0.2320	4170.8	1379.8	1105.4	2485.2
337	26.0	0.18	1.55	13.32	0.3016690292	965.74	0.6203	0.2537	4790.0	1592.8	1276.6	2869.4
338	24.8	0.20	1.75	13.33	0.1600777293	526.98	0.6054	0.2741	5203.8	1731.5	1388.4	3119.9

Produtividade potencial de Brachiaria brizantha: Calibração - Xaraés

Produtividade média estimada total: 25455 kg/ha, sendo 17641 kg/ha (parte aérea) e 7814 kg/ha (raiz). Erro médio (TOTAL): -1.51%. Fator de calibração (TOTAL): 0.3253. Erro médio (RAIZ): -4.67%. Fator de calibração (RAIZ): 1.3011. Iterações (TOTAL): 613. Iterações (RAIZ): 25

Figura 1 – Menu de entrada do programa computacional PPBB_MX.

Na Figura 2, o Caso 1 de simulação se refere à escolha do tipo de função de densidade de probabilidade, sendo esta normal truncada, já que se dispõe dos dados climáticos do local de simulação. Caso não houvesse esses dados, optar-se-ia pelo Caso 6, por exemplo, onde a distribuição é triangular assimétrica.

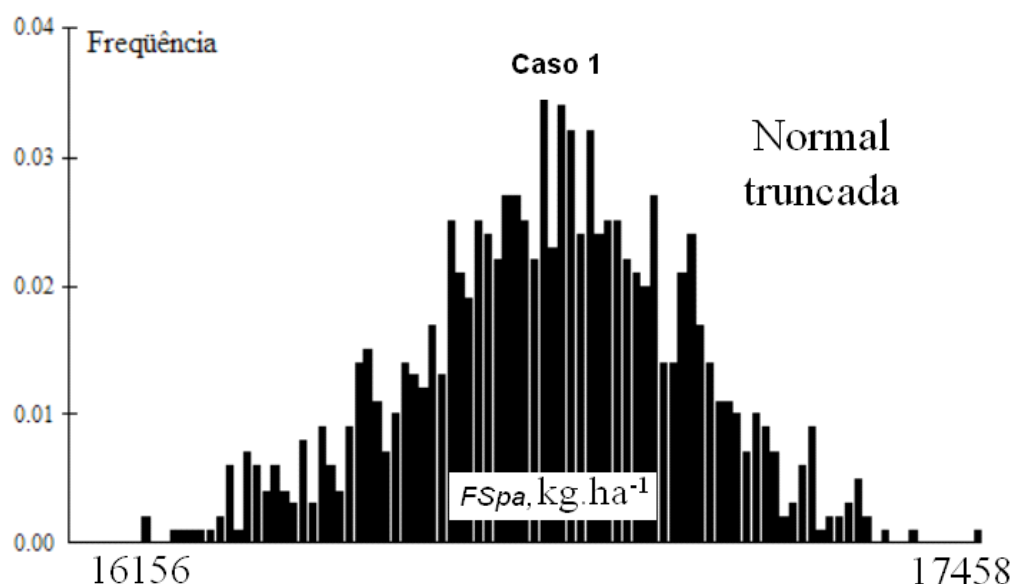


Figura 2 - Resultado proveniente de uma simulação de $FSpa$ (kg.ha^{-1}) do capim Xaraés feita pelo programa computacional PPBB_MX, utilizando-se a distribuição normal truncada para temperatura (Caso 1, detalhes no texto).

Para trabalhos futuros, no intuito de simular também produções abaixo do potencial biológico, pode-se agregar à estrutura do modelo alguns componentes que contemplem, além do suprimento de nitrogênio, variáveis relacionadas ao manejo da irrigação e à depleção de água no solo; tais como umidade do solo, profundidade efetiva do sistema radicular, coeficiente de cultivo (Kc), sensibilidade da pastagem à deficiência hídrica, fator de depleção de água no solo e evapotranspiração de referência.

CONCLUSÃO

De forma estocástica e com pequena margem de erro (o qual é atribuído pelo usuário), o modelo proposto simula satisfatoriamente, através do software PPBB_MX, a produtividade potencial de fitomassa seca de parte aérea de *Brachiaria brizantha* (cultivares Marandu e

Xaraés) em função da época do ano (a partir da data de corte), das variáveis climáticas (médias diárias de radiação solar global e temperatura do ar) e da latitude local; apresentando-se, portanto, como uma importante ferramenta para o planejamento de sistemas irrigados e intensivos de produção que contemplem elevadas densidades populacionais de perfilhos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação Agrisus pelo apoio financeiro ao desenvolvimento desta pesquisa e pelo fomento a uma agropecuária sustentável, lucrativa e socialmente justa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERDA, T. Potential production of grassland. In: WAREING, P.F.; COOPER, J.P. (Ed.). Potential crop production: a case study. Aberystwyth: Heinemann Educational Books, 1970. p.159-171.
- COLOMBO, A. Pivô Central. In: MIRANDA, J.H.; PIRES, R.C.M. Irrigação (Série Engenharia Agrícola, v.2). Piracicaba: FUNEP, 2003. p.209-258.
- DETOMINI, E.R. Modelagem da produtividade potencial de *Brachiaria brizantha* (variedades cultivadas Marandu e Xaraés). Piracicaba, 2004, 112p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Roma: FAO, 1979. 212p. (FAO: Riego y Drenaje, 33).
- DOURADO NETO, D., DETOMINI, E.R.; MANFRON, P.A. Programa computacional PPBB_MX: Produtividade potencial de *Brachiaria brizantha*, variedades cultivadas Marandu e Xaraés - v.1.00. Piracicaba: USP/ESALQ-LPV, 2004. 80p. (Manual do usuário).
- LIBARDI, P.L. Dinâmica da água no solo. Piracicaba: P. L. Libardi, 2000. 509p.
- THORNLEY, J.H.M. Grassland dynamics – an ecosystem simulation model. Wallingford: CAB International, 1998. 241p.