

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 02/03/2019.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Ilha Solteira

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

**FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

João Manetti Filho

**TOLERÂNCIA A BAIXAS TEMPERATURAS E ZONEAMENTO
AGROCLIMÁTICO DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS
PARA O ESTADO DO PARANÁ**

Ilha Solteira
2017

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

João Manetti Filho

**TOLERÂNCIA A BAIXAS TEMPERATURAS E ZONEAMENTO
AGROCLIMÁTICO DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS
PARA O ESTADO DO PARANÁ**

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de doutor em Agronomia. Especialidade: Sistemas de Produção.

**Prof. Dr. Fernando Braz Tangerino
Hernandez**
Orientador

Dr. Paulo Henrique Caramori
Co-orientador

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Manetti Filho, João.
M275t Tolerância a baixas temperaturas e zoneamento agroclimático de espécies forrageiras para o Estado do Paraná / João Manetti Filho. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2017
115 f. : il.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Sistemas de Produção, 2017

Orientador: Fernando Braz Tangerino Hernandez

Co-orientador: Paulo Henrique Caramori

Inclui bibliografia

1. Condutividade elétrica e fluorescência da clorofila para identificar danos por frio em espécies de forrageiras. 2. Atividade enzimática em espécies forrageiras submetidas a baixas temperaturas. 3. Análise comparativa da anatomia foliar de forrageiras submetidas a baixas temperaturas. 4. Zoneamento do risco de geadas para espécies forrageiras no Estado do Paraná, Brasil.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: TOLERÂNCIA A BAIXAS TEMPERATURAS E ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS PARA O ESTADO DO PARANÁ

AUTOR: JOÃO MANETTI FILHO

ORIENTADOR: FERNANDO BRAZ TANGERINO HERNANDEZ

COORIENTADOR: PAULO HENRIQUE CARAMORI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA, especialidade: SISTEMAS DE PRODUÇÃO pela Comissão Examinadora:



Dr. PAULO HENRIQUE CARAMORI
/ Instituto Agronômico do Paraná



Prof. Dr. RICARDO ANTONIO F. RODRIGUES
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Prof. Dr. LEANDRO COELHO DE ARAÚJO
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Dr. WILLIAN DA SILVA RICCE
Centro de Informação de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia / EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina



Dr. MARCOS SILVEIRA WREGE
Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Florestas

Ilha Solteira, 02 de março de 2017

DEDICO

Aos meus pais: João Manetti
(*in memorian*) e Antonia Rosa
Boaro Manetti (*in memorian*).
À minha esposa Mariléia
Biazon Manetti e meus filhos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus. À minha querida esposa Marileia Biazon Manetti pelo apoio, incentivo e compartilhamento durante a realização deste sonho. Em seu nome agradeço a todos familiares, em especial ao meu sogro Sr. Norberto Biazon e à minha sobra Dona Leonice Terçariol Biazon que sempre estiveram presentes, me apoiando e incentivando nos momentos difíceis.

A meus filhos Danielle, Fábio, Rodrigo (*in memorian*), João Pedro e Vinícius pelo amor e carinho.

Ao Professor Doutor Frenando Braz Tangerino Hernandez, por me aceitar em sua equipe de orientados.

Ao Dr Paulo Henrique Caramori, amigo e co-orientador pelo apoio e orientação constante em todas as fases deste trabalho.

À Dr^a Carolina Maria Gaspar de Oliveira e ao Dr Getúlio Takahashi Nagashima, ambos do IAPAR, pelo apoio e colaboração na obtenção de parte dos resultados desta tese.

À Professora Dr^a Aline Redondo Martins, da FEIS/UNESP pelo apoio e colaboração na obtenção de parte dos resultados desta tese.

Ao Dr. Wilian da Silva Ricce da EPAGRI e ao Pablo Ricardo Nitsche do IAPAR, pelo valioso auxílio no capítulo de zoneamento.

Ao meteorologista Edmirson Borrozino, responsável pela manutenção da rede de estações meteorológicas do IAPAR, bem como pelo controle de qualidade dos dados meteorológicos que possibilitaram gerar o zoneamento de risco de geadas com alta confiabilidade.

À acadêmica Altamara Viviane de Souza Sartori da UNOPAR e acadêmica Izabeli Bertini Lara Gonçalves, da FEIS/UNESP pela colaboração na obtenção dos resultados.

À estimada amiga Professora Dona Dalva Heiderich, pelo grande apoio e incentivo nesta tarefa. Em seu nome agradeço aos amigos que me incentivaram e mostraram brilho nos olhos por esta conquista.

Aos funcionários da biblioteca da FEIS/UNESP em especial ao amigo João Josué Barbosa pelo apoio bibliotecário.

À Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/UNESP, pela oportunidade da realização do Curso de Pós-graduação e pelo fantástico ambiente universitário.

Ao Instituto Agrônomo do Paraná, órgão ligado à Secretaria de Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná, pelas facilidades para realização desta tese, sem as quais não teria sido possível sua conclusão.

“Lute com determinação, abrace a vida com paixão, perca com classe e vença com ousadia. O mundo pertence a quem se atreve e a vida é muito para ser insignificante”. Charles Spencer Chaplin.

RESUMO

A ocorrência de geadas nas pastagens causa perdas de alimento para os animais, reduzindo a produção de leite e carne. Existe uma diversidade de espécies forrageiras com grande potencial produtivo e ampla adaptação térmica, que podem ser cultivadas em áreas de risco desse fenômeno. No entanto é necessário caracterizar a tolerância dessas espécies a baixas temperaturas e as regiões com condições climáticas adequadas. Os métodos de avaliação de danos por baixas temperaturas são predominantemente qualitativos, baseados em critérios visuais que têm o viés da subjetividade. Esta tese teve como objetivos determinar as temperaturas mínimas de início de danos para sete espécies forrageiras e efetuar o zoneamento de risco de geadas para o estado do Paraná. Foram incluídas no estudo as forrageiras: Alfafa (*Medicago sativa*), Sorgo (*Sorghum bicolor*), Aveia Preta (*Avena strigosa*), *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, Milheto (*Pennisetum glaucum*), capim Mombaça (*Panicum maximum*) e Tifton 85 (*Cynodon* spp). As plantas foram conduzidas em vasos em casa de vegetação até 60 dias e submetidas a baixas temperaturas no interior de uma câmara de crescimento com condições de luminosidade e temperatura controladas, atingindo valores mínimos de 0,2 -0,9, -1,8, -2,7, -4,1, -4,6 e -6,2°C, durante uma hora. Foram realizadas avaliações quantitativas pós testes de fluorescência da clorofila, condutividade elétrica de solução embebida com discos de folhas e atividade das enzimas ascorbato peroxidase (APX), catalase (CAT) e superóxido dismutase (SOD), por meio de espectrofotometria. As espécies apresentaram respostas em função da temperatura, que possibilitaram diferenciar a tolerância e nível de dano de cada uma delas. Análises da anatomia foliar comprovaram os danos em função da tolerância de cada espécie. Com base nos resultados desses estudos, foram estabelecidos critérios baseados na temperatura crítica de cada espécie e realizado o zoneamento de risco de geadas no estado do Paraná. Os resultados apresentados nesta tese constituem uma inovação em termos de metodologias de análise de danos por baixas temperaturas em forrageiras.

Palavras-chave: Pastagens. Geadas. Avaliação de danos. Fluorescência da clorofila. Condutividade elétrica. Ascorbato peroxidase (APX). Catalase (CAT). Superóxido dismutase (SOD). Risco climático. Sazonalidade.

ABSTRACT

TOLERANCE TO LOW TEMPERATURES AND AGROCLIMATIC ZONING OF FORAGE SPECIES IN PARANA STATE, BRAZIL

The occurrence of frosts in the pastures causes loss of food for the animals, reducing the production of milk and meat. There is a diversity of forage species with great productive potential and wide thermal adaptation, which can be cultivated in areas at risk of this phenomenon. However, it is necessary to characterize the tolerance of these species at low temperatures and regions with adequate climatic conditions. The methods of evaluation of low temperature damages are predominantly qualitative, based on visual criteria that have the bias of subjectivity. This thesis had as objectives to determine the minimum temperatures of beginning of damages for seven forage species and to carry out the risk zoning of frosts to the state of Paraná. The forages studied were: alfalfa (*Medicago sativa*), sorghum (*Sorghum bicolor*), black Oat (*Avena strigosa*), *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, millet (*Pennisetum glaucum*), Mombasa grass (*Panicum maximum*) and Tifton 85 (*Cynodon* spp). The plants were conducted in pots in a greenhouse up to 60 days and subjected to low temperatures inside a growth chamber with controlled light and temperature conditions, reaching the minimum temperatures of 0,2, -0,9 -1,8, -2,7, -4,1, -4,6 and -6,2°C for one hour. Quantitative evaluations were performed after tests, based on chlorophyll fluorescence, electric conductivity on leaf discs and activity of the enzymes ascorbate peroxidase (APX), catalase (CAT) and superoxide dismutase (SOD) by means of spectrophotometry. The species showed responses as a function of temperature, which made it possible to differentiate the tolerance and level of damage of each one of them. Leaf anatomy analysis allowed visualizing the damage as a function of the tolerance of each species. Based on the results of these studies, criteria based on the critical temperature of each species were established to perform the risk zoning of frosts in the state of Paraná. The results presented in this thesis are an innovation in terms of methodologies for the analysis of damages caused by low temperatures in forages.

Keywords: Pastures. Frost. Damage assessment. Fluorescence of chlorophyll. Electric conductivity. Ascorbate peroxidase (APX). Catalase (CAT). Superoxide dismutase (SOD). Climatic risk. Seasonality.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Importância das forrageiras	17
2.2 Descrição das espécies avaliadas	18
2.3 Danos por baixas temperaturas em plantas	20
2.4 Métodos de avaliação de tolerância ao frio	27
2.5 Zoneamento de risco climático	32
3 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E FLUORESCÊNCIA DA CLOROFILA PARA IDENTIFICAR DANOS POR FRIO EM ESPÉCIES DE FORRAGEIRAS	43
3.1 INTRODUÇÃO	44
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	47
3.3 RESULTADOS	48
3.4 DISCUSSÃO	52
3.5 CONCLUSÃO	54
4 ATIVIDADE ENZIMÁTICA EM ESPÉCIES FORRAGEIRAS SUBMETIDAS A BAIXAS TEMPERATURAS	59
4.1 INTRODUÇÃO	61
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	63
4.2.1 Atividade da catalase (CAT)	65
4.2.2 Atividade da ascorbato peroxidase (APX)	65
4.2.3 Atividade da superóxido dismutase (SOD)	65
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
4.3.1 Alfafa	70
4.3.2 Aveia	71
4.3.3 Marandu	72

4.3.4 Milheto.....	72
4.3.5 Mombaça.....	73
4.3.6 Sorgo.....	74
4.3.7 Tifton 85.....	75
4.4 CONCLUSÕES	75
5 ANÁLISE COMPARATIVA DA ANATOMIA FOLIAR DE FORRAGEIRAS SUBMETIDAS A BAIXAS TEMPERATURAS	80
5.1 INTRODUÇÃO	81
5.2 MATERIAL E MÉTODOS	83
5.3 RESULTADOS.....	84
5.4 DISCUSSÃO	91
5.5 CONCLUSÕES.....	93
6 ZONEAMENTO DO RISCO DE GEADAS PARA ESPÉCIES FORRAGEIRAS NO ESTADO DO PARANÁ, BRASIL	95
6.1 INTRODUÇÃO	96
6.2 MATERIAL E MÉTODOS	97
6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	99
6.4 CONCLUSÕES.....	113
7 CONCLUSÃO GERAL	115

1 INTRODUÇÃO

As pastagens ocupam áreas expressivas destinadas aos cultivos no Brasil, com cerca de 172 milhões de hectares (IBGE, 2007). No estado do Paraná compreendem aproximadamente um terço da área total cultivada e é a principal fonte de alimento para a pecuária bovina. O baixo custo representado pelas forrageiras destinadas ao pastejo, em relação a outros alimentos, justifica esta ampla utilização, contudo, a produtividade observada é relativamente baixa. Porém, a utilização de forrageiras inadequadas para as condições edafoclimáticas das regiões produtoras, o manejo inadequado, a falta de alimentos nas diferentes épocas do ano e a falta de fertilização têm levado as pastagens à degradação e limitado a produção animal.

Escolher as forrageiras mais adequadas para determinada região e, de preferência, que possibilite redução na sazonalidade de produção ao longo do ano, é um dos principais fatores que determinam sustentabilidade e produtividade de carne e leite em pastagens. A indicação equivocada da espécie a ser utilizada, em associação com um manejo inadequado dos componentes: solo, planta e animal, contribuem para a rápida degradação do pasto, queda na fertilidade do solo e baixa produtividade animal, que reduzem consideravelmente a competitividade e lucratividade de empreendimentos de pecuária. Essa ideia deve ser mudada, sendo necessário que os produtores encarem a pastagem como uma cultura agrícola. O solo e a pastagem são as principais fontes de renda do produtor, a carne ou o leite são apenas os produtos finais. A produção de leite e carne a pasto é a forma mais econômica de alimentação dos animais, com diferenças de produtividade de carne conforme a gramínea empregada para pastejo. Aguiar et al. (2001a), trabalhando com engorda de novilhos em pastagens de capim Mombaça, Tanzânia e Tifton 85 apresentaram produtividade de carne 1.289; 1.178 e 2.306 kg de peso vivo ha⁻¹ano⁻¹, respectivamente e a análise econômica do sistema apresentado por Aguiar et al. (2001b) mostrou que o retorno sobre o capital investido (RCI) foi de 8% para Tanzânia, 9,5% para Mombaça e 22% para Tifton 85.

Em forragicultura, nem sempre se busca a maior produtividade como nos cultivos agrícolas. Num sistema de produção de leite ou carne em pastejo interessa

a permanência do rebanho durante todo o ano no sistema pastoril, a fim de evitar a sazonalidade de produção de forragem. Uma produção de 3.000 kg de matéria seca (MS) de Milheto em março pode ser mais relevante para o sistema do que 6.000 kg em janeiro. Assim, é importante contar com espécies de diferentes faixas de adaptação térmica e tolerância a estresses ambientais.

A ocorrência de geadas tem sido um dos principais limitantes para a produtividade das forrageiras tropicais e subtropicais nas regiões sudeste e sul do Brasil. Dependendo da localização e altitude, os riscos de geadas ocorrem no período de abril até final de setembro, sendo os meses de junho, julho e agosto, os meses com maior risco (WREGGE et al., 2004). O conceito de geada para a agricultura está ligado aos danos que ocorrem a cada espécie. Assim, embora sob o ponto de vista físico para que possa ocorrer geada, a temperatura letal para as plantas expostas é que vai determinar se houve a geada agrônômica (CARAMORI; MANETTI FILHO, 1993).

O período com temperaturas favoráveis ao crescimento de forrageiras perenes de verão, as quais são a base do forrageamento dos animais nos Estados, pode ser afetado com a ocorrência de temperaturas mais baixas. Regiões mais quentes podem possibilitar um maior período de utilização destas pastagens e conseqüentemente, ter um menor período de escassez de forragem, necessitando de um menor volume de suplementação.

O clima exerce grande influência sobre o ciclo de vida das plantas. As forrageiras sofrem com as alterações climáticas podendo paralisar o crescimento e produção ou mesmo morrer. O crescimento das plantas e o conseqüente acúmulo de matéria seca é o que possibilita disponibilizar forragem para a alimentação animal. Portanto, verificar a tolerância a baixas temperaturas e a adaptabilidade de forrageiras tropicais e subtropicais é um problema relevante de pesquisa.

Objetivou-se, neste trabalho, determinar as temperaturas mínimas de início de danos letais para sete espécies forrageiras e efetuar o zoneamento de risco de geadas para o estado do Paraná.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. P. A.; AMARAL, G. C.; DATENA, J. L. F.; YOUNES, R. J.; COSTA, R. O.; MOTA, J.; VIVIAN, W. S. O. Produtividade de carne em sistemas intensivos nas pastagens de Mombaça, Tanzânia e Tifton-85 na região do Cerrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001a. p. 1461-1462.
- AGUIAR, A. P. A.; ALMEIDA, B. H. P.J. F.; AMARAL, G. C.; DATENA, J. L. F.; YOUNES, R. J.; COSTA, R. O.; MOTA, J.; VIVIAN, W. S. O. Viabilidade econômica da produção de carne em sistemas intensivos de pastagens na região do Cerrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001b. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001b. p. 1462-1464.
- CARAMORI, P. H.; MANETTI FILHO, J. **Proteção dos cafeeiros contra geadas.** Londrina: IAPAR, 1993. 28 p. (IAPAR, Circular, 79).
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário 1920/2006.** Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 25 nov. 2016.
- CHAPLIN, C. S. Ator, diretor, produtor, humorista, empresário, escritor, comediante, dançarino, roteirista e músico britânico. (Londres, 16 de abril de 1889 — Corsier-sur-Vevey, 25 de dezembro de 1977). https://pt.wikipedia.org/wiki/Charlie_Chaplin
- WREGGE, M. S.; CARAMORI, P. H.; GONÇALVES, A. C. A.; BERTONHA, A.; CAVIGLIONE, J. H.; FARIA, R. T. de; FERREIRA, R. C.; FREITAS, P. S. L. de; GONÇALVES, S. L. Ocorrência da primeira geada de outono e última de primavera no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 143-150, 2004.